

FRANCISCO GROTTA NETO

**ECOLOGIA DO VEADO-CATINGUEIRO (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814) NO
PANTANAL**

CURITIBA

2016

FRANCISCO GROTTA NETO

**ECOLOGIA DO VEADO-CATINGUEIRO (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814) NO
PANTANAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ecologia e
Conservação, no Curso de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fernando de Camargo
Passos

Co-orientador: Prof. Dr. José Maurício Barbanti
Duarte

CURITIBA

2016



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO



PARECER

Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Francisco Grotta Neto** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão do candidato.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 15 de março de 2016.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando de Camargo Passos
Orientador e Presidente

Prof. Dr. André de Camargo Guaraldo
Membro

Prof. Dr. Artur Andriolo
Membro

Visto:
Profª. Dra. Isabela Galarda Varassin
Coordenadora do PPG-ECO



AGRADECIMENTOS

Todo o desenvolvimento dessa dissertação contou com o apoio de pessoas que tornaram meu mestrado um período de muitas conquistas e realizações, tornando este trabalho ainda mais enriquecedor e prazeroso. Assim, não poderia deixar de agradecer a ajuda e participação (de forma direta e indireta) de algumas pessoas.

Aos meus pais Elizabeth e José, por todo o amor durante todos os dias e pelo apoio e compreensão das minhas decisões profissionais. Obrigado por fazerem de tudo para mim e por permitir que a única preocupação que eu tenha na vida seja estudar!

Aos meus irmãos Elisiane e Júnior, pelo apoio em todas as etapas do meu trabalho e pelos cuidados com meus bichos e plantas enquanto estive fora.

À toda a minha família, especialmente às minhas avós Elídia e Zulmira, por ser grandes exemplos de vida e pelas conversas e histórias com cafés (os melhores). À minha madrinha Doraci e tia Neuza, pelo rango maravilhoso de quase todo o domingo e por toda a atenção e preocupação comigo.

Ao meu cunhado Murilo, por ser um outro irmão mais velho, estando sempre presente em todos os momentos. Valeu pelos churrascos durante os meus retornos para Jaboticabal e pelas conversas com cerveja até de madrugada!!

Ao meu orientador Fernando de Camargo Passos, por ter aceitado me orientar e pela confiança depositada em mim e em meu trabalho sem me conhecer (ainda bem que te convenci!!). Obrigado pelas discussões de trabalho, pelas conversas do dia-a-dia, pelo companheirismo e pelas reuniões no bar da associação!! Que venham mais!!

Ao meu co-orientador José Maurício Barbanti Duarte, por todo o apoio e desenvolvimento do trabalho, pela amizade, pelos ensinamentos desde a minha iniciação científica e pela minha formação acadêmica.

Ao Bira, pela parceria neste trabalho, por ser um grande companheiro durante as fases de campo, por nos receber em sua residência quando necessário e por todas as conversas e ensinamentos sobre o Pantanal. Valeu Birão!!

Ao grande parceiro de campo Pedro Peres (*Parlito*), por toda a amizade e parceria durante os trabalhos de campo. Obrigado pelos ensinamentos com o rock, pelas piadas sem graça e pelas risadas durante as viagens para o Pantanal. Ter um grande parceiro de campo sem dúvida torna o trabalho mais fácil e divertido, e isso foi possível graças ao seu companheirismo. Valeu Pedrão!!

À grande parceira de campo Granada, único ser que acorda a mil por hora para trabalhar e que não tem limites para o trabalho no campo. Trabalhar com uma cadela farejadora foi muito gratificante e sua alegria e disposição 24 horas por dia era algo contagiante, proporcionando força e ânimo para os trabalhos. Grande garota!!

Ao Márcio, amigo sempre presente em todos os momentos desde quando eu entrei no Nupecce, sendo um grande parceiro de campo, vôlei, caminhada, bar e churrasco. Obrigado por aumentar o n do meu trabalho!!

À todos os amigos do Laboratório de Biodiversidade, Conservação e Ecologia de Animais Silvestres (LABCEAS), especialmente ao Alcides pelas conversas e discussões do trabalho logo no início do mestrado e aqueles com quem convivi muito no laboratório: Luiz, Guto, Camila, Natália e Itiberê, por todas as conversas, risadas, pérolas (e muitas) e discussões pós-expediente. Obrigado pelo acolhimento, pela amizade e companheirismo nos trabalhos do dia-a-dia.

Aos amigos do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE), pela parceria e companheirismo durante as minhas “férias”. Obrigado especialmente às equipes que participaram de forma direta na captura (Maumau, Eveline, Pici e Iara), nas fases de campo (Jorge, Lumbrigation e Naomi) e no resgate do colar (Maxhilian, Márcio, Alan, Melanie, Rata e Luiz).

À EMBRAPA Pantanal, especialmente ao Marcos Tadeu e ao Batista por todo o apoio logístico das viagens e à todos os funcionários da Fazenda Nhumirim: Nego, Armindo, Cleomar, Nelsinho, Paraguai, Aquino, Seu Márcio, Ayrton, Dênis, Seu Vândir, Seu Henrique, Marcílio, Marcos José, Zairo, Reginaldo, Gordinho, Dona Divina, Dona Márcia e Dona Janice. Obrigado por tornar as fases de campo ainda mais especiais, sendo amigos e companheiros em todos os momentos de trabalho!

Aos amigos da Casa da Fauna: Juliane, Gustavo, Zucco, Pâmela, Magyda, Rafael *PV*, Ismael *Gauchinho* e Talita, pelo acolhimento, por todo o aprendizado com os diferentes trabalhos, pelo apoio e ajuda em campo quando necessário, pelas cervejas, pelos tererês, pela varanda compartilhada e pelas conversas e risadas até desligar o gerador (calor!).

À Alessandra Bertassoni e aos seus pais Paulo Henrique e Marita, por oferecer sua residência e me hospedar durante o exame para o mestrado.

Aos amigos de Curitiba, especialmente aos da República Cajuru: Pablo, Leonardo Wionn, Leonardo Zampier, Antônio *véio* (César), Antônio *novo* (Paes), Hulk, Emerson, Bisonho e Théo; e à todos da PPGECO, especialmente ao Renattho, Thiago *big*, Fabrício e Bruno. Valeu pelos churrascos, futebol, cervejas e discussões de trabalho.

Aos amigos de Jaboticabal: Gordo, Juninho, Sacana, Cássio Sobue, Gilberto Martins, Rafael Marini e André Damião, amigos que tornaram os retornos para Jaboticabal ainda mais especial.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto e bolsa de Treinamento Técnico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante todo o mestrado.

RESUMO

A dificuldade em capturar espécies tímidas e evasivas em seu ambiente natural constitui um dos principais motivos pelos quais estudos sobre a biologia básica de muitas espécies em vida livre são escassos. Espécies do gênero *Mazama* (Cervidae, Cetartiodactyla) se encaixam nestas características, comprometendo estudos ecológicos e conhecimentos básicos do grupo para a aplicação em planos de manejo e conservação eficientes. O veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal brasileiro representa um caso à parte, uma vez que a paisagem singular deste bioma aumenta as chances de captura dos animais e, dessa forma, representa um bom modelo para estudos ecológicos. Neste trabalho, foram estimados e comparados a área de vida, o uso de hábitat e os padrões de atividade e movimentação de sete veados-catingueiro por meio de colares GPS e armadilhas fotográficas. Quatro indivíduos foram identificados com marcações naturais e os indivíduos monitorados tiveram suas áreas de vida subestimadas em 20% pelas armadilhas fotográficas (AF) em relação aos colares GPS (AF: 37,6 à 59,9ha; GPS: 33,9 à 98ha). Assim, as AF podem ser aplicadas para este fim, mas tem limitações que demandam atenção em seu delineamento. O uso de hábitat diferiu entre as duas ferramentas, sendo o campo o ambiente mais utilizado por meio dos colares, onde as AF apresentaram irregularidade de funcionamento, limitando sua aplicação em estudos de uso de hábitat. No entanto, a frequência de registros fotográficos foi correlacionada com o deslocamento dos animais ($r = 0,98$; $p < 0,05$), sendo recomendado a aplicação das AF para estudos de atividade. A espécie também mostrou através das AF ter um padrão crepuscular-diurno de atividade, a qual, por meio de acelerômetros contidos nos colares, mostrou ser afetada pelo deslocamento ($r = 0,83$; $gl = 3301$; $p < 0,001$). Os veados foram mais ativos nos períodos crepusculares e sob temperaturas menores. Foi observado o padrão de movimentação “acampado” nos períodos noturno e diurno e nos hábitats floresta e cerrado, os quais sugerem ser locais importantes de descanso e abrigo. Por fim, os maiores deslocamentos foram observados no período de maior alagamento ($t = -8,5$; $gl = 3282$; $p < 0,001$), provavelmente em virtude da busca por áreas de pastagens não encobertas pela água. Sendo assim, este trabalho não só traz informações inéditas para o veado-catingueiro em vida livre, mas também contribui com a aplicação das AF em estudos ecológicos de espécies florestais evasivas.

Palavras-chave: Cervidae, *Mazama*, telemetria, área de vida, atividade, uso de habitat, veado-catingueiro, movimentação, colares GPS, armadilhas fotográficas, acelerômetros, espécies evasivas, Pantanal.

ABSTRACT

The difficulty to capture shy and evasive species in their natural environment is one of the main reasons for the scarcity of basic biology studies for many species in the wild. Species of the genus *Mazama* (Cervidae, Cetartiodactyla) are a good example of this case, and this commits ecological studies and basic knowledge for use in management and efficient conservation plans. Brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in the Brazilian Pantanal is a special case, since the unique landscape of this biome increases the chances to capture and represents a good model for ecological studies. In this work, the home range, habitat use, activity patterns and movement patterns from seven brown brocket deer were estimated and compared by GPS collars and camera traps (CT). Four individuals were identified with natural markings and the individuals with collars had their home range 20% underestimated by the camera traps (AF) compared to GPS collars (CT: from 37.6 to 59.9ha; GPS: from 33.9 to 98ha). Thus, CT can be applied for this purpose, but has limitations that require attention in experiment design. The habitat use differed between both ecological tools. The field was the environment most used by the collars, where CT showed irregularities during monitoring. This limits its application in habitat use studies. However, the frequency of photos was correlated with displacement of animals ($r = 0.98$; $p < 0.05$) and this allows CT use for this purpose. The specie showed by CT a diurnal-crepuscular activity pattern. The activity measured by accelerometers in the collars was affected by displacement ($r = 0.83$, $df = 3301$, $p < 0.001$). The deer were more active in the crepuscular periods and at lower temperatures. The encamped movement pattern was observed at night and day, and in forest and “cerrado”, which seems to be important resting and shelter habitats. Finally, the bigger displacement was observed in flooded phase ($t = -8.5$; $df = 3282$; $p < 0.001$), probably due to the search for pasture areas uncovered by the water. Thus, this work not only brings new informations for the brown beocket deer in the wild, but also contributes to the implementation of CT in ecological studies for evasive forest species.

Key-words: Cervidae, *Mazama*, telemetry, home range, activity, habitat use, brown brocket deer, animal movement, GPS collar, camera traps, accelerometers, shy species, Pantanal.

LISTA DE FIGURAS

PRÓLOGO

Figura 1- Espécies de cervídeos do gênero *Mazama* encontradas no Brasil. A- *M. gouazoubira*; B- *M. nemorivaga*; C- *M. nana*; D- *M. bororo* e E- *M. americana*.....15

Figura 2- Registro de veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil.....16

Figura 3- Pontos de registros e distribuição do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*). Retirado de Black-Décima et al. 2010.....17

CAPTURA

Figura 4- Área de estudo com as delimitações das cercas da Fazenda Nhumirim (EMBRAPA Pantanal), localizada no Pantanal da Nhecolândia, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil.....20

Figura 5- Veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) capturados no Pantanal.....22

Figura 6- Alguns dos procedimentos pós-captura de *Mazama gouazoubira* no Pantanal. A- Pesagem; B- Coleta de sangue; C- Biometria e D- Coleta de sêmen.....23

Figura 7- Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) capturado e marcado com brinco e colar GPS/VHF para o estudo.....24

Figura 8- Monitoramento mensal realizado em campo para acompanhamento do estado físico dos animais e verificação de possíveis problemas com o equipamento. A. Pesquisador com equipamento de recepção do sinal VHF emitido pelo colar dos veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados no Pantanal (B).....25

CAPÍTULO 1

Figura 1- Local de estudo com destaque do bioma Pantanal e área de amostragem das armadilhas fotográficas (AFs), definida com base na maior proximidade (n=4) de pontos de captura de veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados com colares GPS (n=6) em diferentes tipos de habitats. Cada ponto de amostragem representa um monitoramento de aproximadamente 30 dias por uma armadilha fotográfica.....36

Figura 2- Exemplos de marcações em dois veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) com brinco e colar (A) com diferentes disposições de fitas para o posterior reconhecimento individual nos registros fotográficos (B).....38

Figura 3- Áreas de vida obtidas pelos colares GPS (Colar) e armadilhas fotográficas (AF) para os sete indivíduos de *Mazama gouazoubira* monitorados no Pantanal, Brasil. Os polígonos coloridos representam as áreas de vida calculadas pelas armadilhas fotográficas (linha tracejada) e colares GPS (linha contínua), onde cada cor representa um indivíduo diferente.....43

Figura 4- Exemplares de *Mazama gouazoubira* com marcações naturais passíveis de identificação nas fotos feitas por armadilhas fotográficas e áreas de vida calculadas considerando 95% (MPC 95) e 100% (MPC 100) dos pontos de registros para um indivíduo (MN).....44

Figura 5- Pontos GPS (%) e taxa de registros fotográficos (a cada 100 armadilhas/dia) de *Mazama gouazoubira* coletados, respectivamente, por colares GPS e armadilhas fotográficas nos diferentes habitats do pantanal. *Habitat “baía” não amostrado pelas armadilhas fotográficas.....45

Figura 6- Gráfico Kernel circular do ritmo circadiano de *Mazama gouazoubira* no Pantanal por meio de registros fotográficos. As áreas destacadas (cinzas + pretas) e de coloração preta correspondem aos períodos com concentração de 95% e 50% de atividade, respectivamente.....46

Figura 7- Distribuição da atividade de *Mazama gouazoubira* de acordo com as horas do dia considerando a porcentagem de registros das armadilhas fotográficas (A) e a média das distâncias percorridas (metros) em intervalos de 15 minutos entre os pontos coletados pelos colares GPS (B).....47

Figura 8- Perfis de atividade do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal medidos com base na frequência de fotos (linha azul) e média da distância percorrida (linha vermelha) por hora. Os períodos crepusculares (amanhecer e anoitecer), noite e dia, representados respectivamente, pelas áreas cinzas, pretas e branca ao fundo do gráfico, estão representados com base nos horários medianos de nascer e pôr do sol local no período de setembro/2011 à outubro/2012.....48

CAPÍTULO 2

Figura 1- Local de estudo com destaque do bioma Pantanal, pontos de captura (estrelas) dos veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados e distribuição espacial dos habitats.....65

Figura 2- Histogramas circulares dos ângulos de virada (em radianos) das trajetórias de veados-catingueiro nos diferentes habitats do Pantanal.....69

Figura 3- Histogramas circulares dos ângulos de virada (em radianos) das trajetórias de veados-catingueiro no Pantanal nos quatro períodos do dia.....69

Figura 4- Trajetos dos seis indivíduos de *Mazama gouazoubira* monitorados nas fases de cheia (setembro 2011) e seca (março 2012) no Pantanal, Brasil.....70

Figura 5- Média do deslocamento por hora (linhas contínuas) dos seis veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados no pantanal nas fases de setembro de 2011 (Cheia) e março de 2012 (Seca). As linhas verticais tracejadas correspondem aos horários de nascer e pôr do sol nas duas fases (cheia e seca) de coleta de dados.....71

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 1- Ossada com o brinco e colar do indivíduo M1, *Mazama gouazoubira*, encontrado morto em abril de 2012.....84

Figura 2- Fêmea de veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal com filhote.....84

LISTA DE TABELAS

CAPTURA

Tabela 1- Dados dos oito indivíduos de *Mazama gouazoubira* capturados para os estudos ecológicos na fazenda Nhumirim, localizada no Pantanal da Nhecolândia....21

CAPÍTULO 1

Tabela 1- Áreas de vida (em hectares) estimadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo considerando 95% dos pontos (MPC95), números de pontos coletados pelos colares, registros fotográficos independentes, locais distintos de registros e relação das áreas calculadas por colares GPS e armadilhas fotográficas para os sete veados-catingueiro monitorados e um identificado com marcação natural (MN) no Pantanal.....42

CAPÍTULO 2

Tabela 1- Valores dos resultados do modelo linear misto generalizado (GLMM) para a atividade do veado-catingueiro no Pantanal medida por meio de acelerômetros.....68

SUMÁRIO

PRÓLOGO.....	14
APRESENTAÇÃO.....	19
CAPTURA.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO 1: ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS EM ESTUDOS ECOLÓGICOS DE CERVÍDEOS FLORESTAIS.....	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	34
2.2 CAPTURA, MARCAÇÃO E INDIVIDUALIZAÇÃO DOS ANIMAIS.....	34
2.3 COLETA DE DADOS.....	35
2.3.1 Colares GPS.....	35
2.3.2 Armadilhas fotográficas.....	35
2.4 ANÁLISE DE DADOS.....	37
2.4.1 Área de vida.....	37
2.4.2 Uso de hábitat.....	38
2.4.3 Período de atividade.....	39
3 RESULTADOS.....	41
3.1 ÁREA DE VIDA.....	41
3.2 USO DE HÁBITAT.....	44
3.3 PERÍODO DE ATIVIDADE.....	45
4 DISCUSSÃO.....	49
4.1 ÁREA DE VIDA.....	49
4.2 USO DE HÁBITAT.....	50
4.3 PERÍODO DE ATIVIDADE.....	51
5 IMPLICAÇÕES.....	53
6 LITERATURA CITADA.....	54

CAPÍTULO 2: PADRÃO DE ATIVIDADE E MOVIMENTAÇÃO DE <i>Mazama gouazoubira</i>, FISCHER 1814 (CERVIDAE, CETARTIODACTYLA)	59
RESUMO	59
ABSTRACT	60
1 INTRODUÇÃO	61
2 MATERIAL E MÉTODOS	63
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	63
2.2 CAPTURA DOS ANIMAIS.....	63
2.3 PERÍODOS DO DIA.....	64
2.4 TIPOS DE HÁBITATS.....	64
2.5 COLETA DOS DADOS.....	65
2.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	66
3 RESULTADOS	68
4 DISCUSSÃO	72
5 LITERATURA CITADA	77
 CONCLUSÕES GERAIS	 82
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 83

PRÓLOGO

A família Cervidae (Cetartiodactyla) é um grupo de ruminantes verdadeiros com estômago dividido em quatro compartimentos, sendo a maioria das espécies adaptadas para a alimentação de gramíneas e ramos (Duarte and Merino 1997, Eisenberg and Redford 1999). Os chifres estão presentes apenas nos machos, com exceção das renas (*Rangifer tarandus*) em que ambos os sexos possuem (Duarte and Merino 1997). Os cervídeos estão presentes do norte ao sul da América, da Europa, da Ásia e norte da África (Eisenberg and Redford 1999). No Brasil, a família é representada por oito espécies (*Blastocerus dichotomus* [Illiger 1815], *Odocoileus virginianus* [Zimmermann 1780], *Ozotoceros bezoarticus* [Linnaeus 1758], *Mazama americana* [Erxleben 1777], *Mazama gouazoubira* [Fischer 1814], *Mazama nemorivaga* [Cuvier 1817], *Mazama nana* [Hensel 1872] e *Mazama bororo* [Duarte 1996]), as quais estão distribuídas em grande parte do território nacional (Duarte 1997, Duarte and González 2010).

O gênero *Mazama* (Rafinesque, 1817) é encontrado na área correspondente do sul do México ao centro da Argentina, onde ocorre em uma variedade de habitats incluindo florestas tropicais de planícies e savanas (Eisenberg and Redford 1999). As espécies deste gênero se alimentam principalmente de ramos e frutos e não são animais gregários, sendo encontrados solitários ou em pares de cortejo (Eisenberg and Redford 1999). Barrette (1987) classifica as espécies deste gênero dentro do grupo de “Pequenos Cervídeos Florestais Solitários”. Com uma complexa classificação taxonômica, os *Mazama* possuem semelhança morfológica muito grande (Figura 1), tornando a individualização das espécies ou subespécies deste gênero bastante difícil (Duarte and Merino 1997).

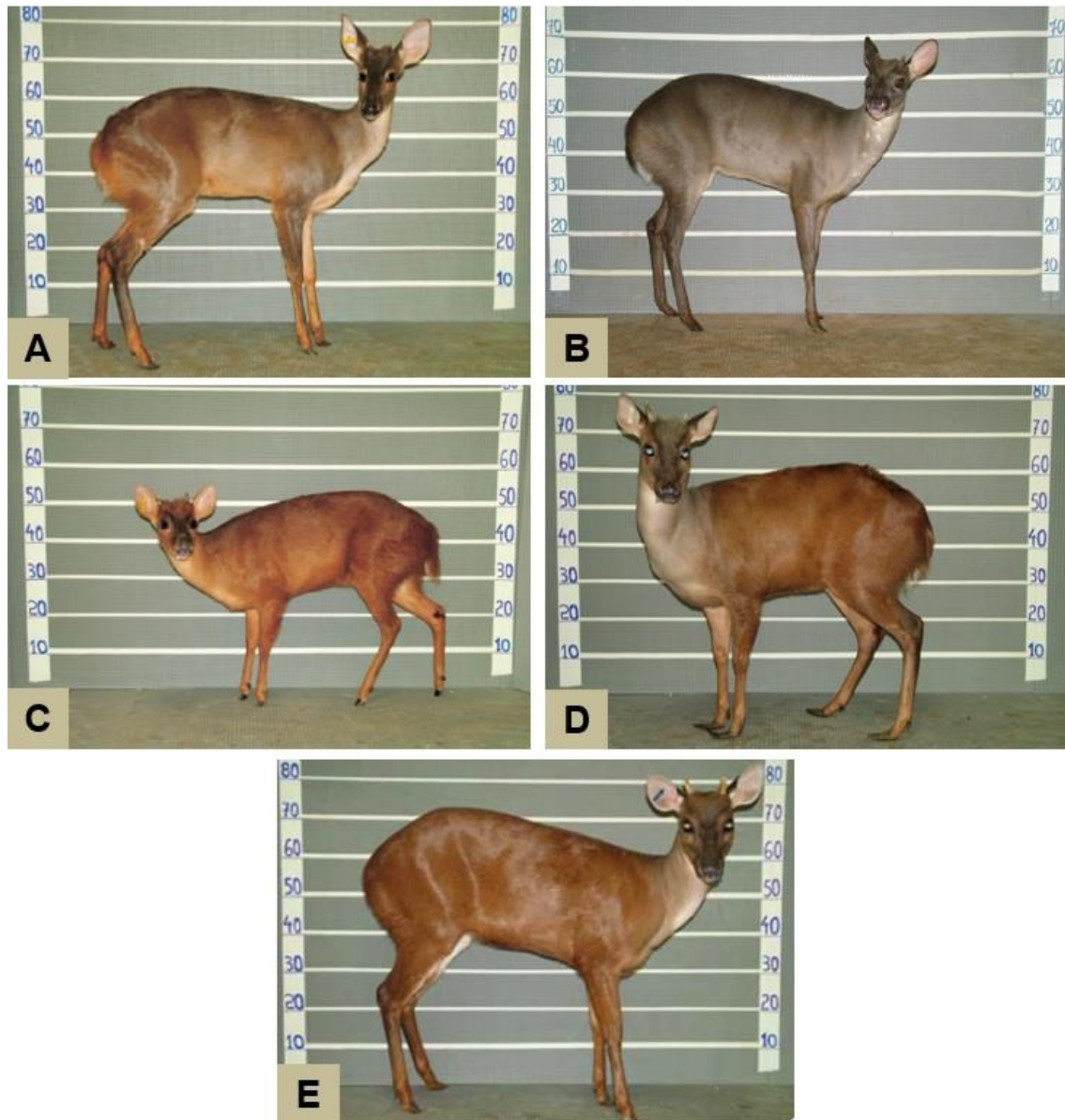


Figura 1. Espécies de cervídeos do gênero *Mazama* encontradas no Brasil. A- *M. gouazoubira*; B- *M. nemorivaga*; C- *M. nana*; D- *M. bororo* e E- *M. americana*.

O veado-catingueiro, *M. gouazoubira* (Figuras 1A e 2), é um cervídeo de médio a grande porte e está presente em cinco países da América do Sul: Brasil, Uruguai, Argentina, Paraguai e Bolívia (Figura 3) (Pinder and Leeuwenberg 1997, Black-Décima et al. 2010). A grande variedade de ambientes ocupados pela espécie se reflete em suas características morfológicas, possuindo uma coloração mais clara em populações de ambientes mais áridos e acinzentada escura em populações de ambientes florestais (Pinder and Leeuwenberg 1997). Trata-se do cervídeo brasileiro mais abundante, exibindo relação com habitats fechados (Pinder 1997, Oliveira-

Santos 2009) e alta plasticidade ecológica, se adaptando muito bem à ambientes antropizados (Leeuwenberg et al. 1999, Vogliotti 2003, Rodrigues 2015).



Figura 2. Registro de veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Embora o veado-catingueiro seja o cervídeo mais comum encontrado no Brasil, relativamente poucos estudos ecológicos têm sido realizados com a espécie em vida livre. Isso vale também para todas as outras espécies do gênero o qual pertence. Tal escassez de estudos com essas espécies na natureza é reflexo das características ecológicas do grupo, adaptados à ambientes florestais fechados e com comportamentos tímido e evasivo (Vogliotti 2003). Tais características comprometem o monitoramento dos animais por meio da observação direta (Jacob and Rudran 2003) e a captura de indivíduos muitas vezes necessários em estudos ecológicos.

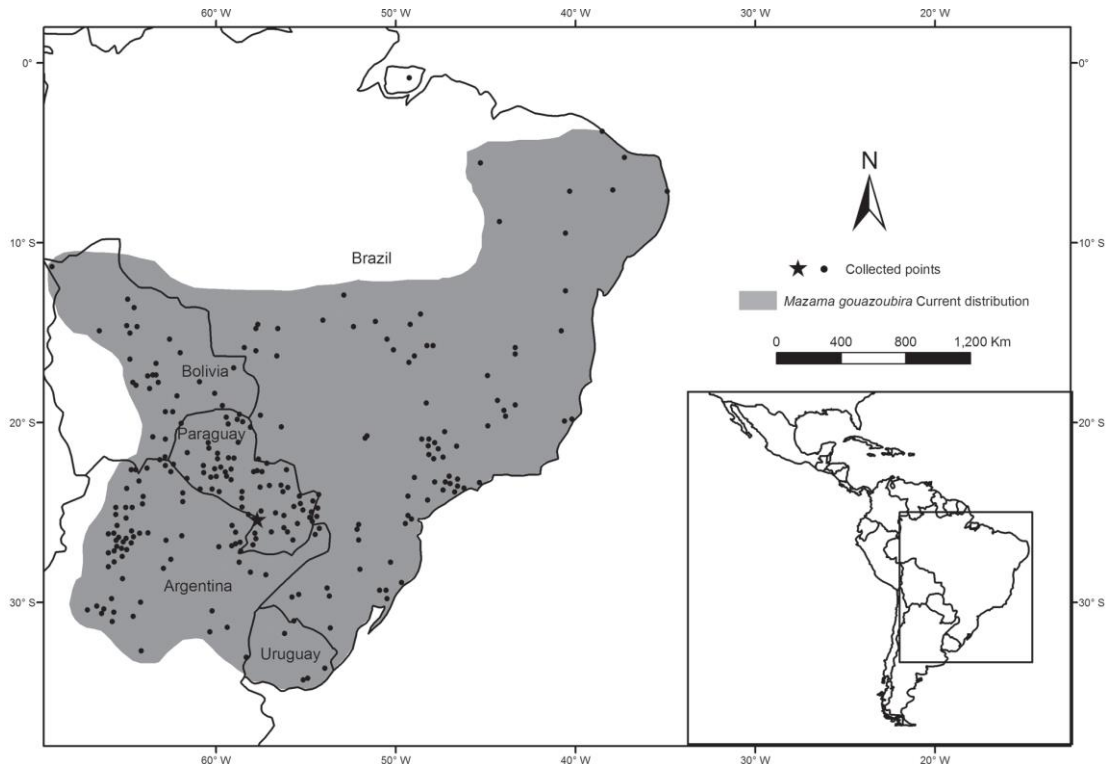


Figura 3. Pontos de registros e distribuição do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*). Retirado de Black-Décima et al. 2010.

De fato, a captura de indivíduos para o monitoramento de modo sistemático é o grande obstáculo para aquisição de conhecimento ecológico do gênero *Mazama*, sendo algumas das poucas capturas realizadas de modo oportunista, como em enchimento de reservatórios pelas hidrelétricas ou quando são perseguidos por cães (Marques and Santos-Junior 2002, Vogliotti 2003). Assim, os estudos com as espécies do gênero em vida livre estão praticamente limitados à um baixo número de indivíduos monitorados por telemetria ou com o auxílio de armadilhas fotográficas (Barrientos and Maffei 1999, Leeuwenberg et al. 1999, Vogliotti 2003, 2008, Rivero et al. 2005, Azevedo 2008, Oliveira-Santos 2009, Tobler et al. 2009, Ferreguetti et al. 2015, Rodrigues 2015). No Brasil, o emprego das armadilhas fotográficas permitiu conhecer alguns aspectos ecológicos de algumas espécies deste gênero na natureza, como *M. bororo*, *M. nemorivaga*, *M. americana* e *M. gouazoubira* (Vogliotti 2003, Azevedo 2008, Oliveira-Santos 2009, Ferreguetti et al. 2015, Rodrigues 2015).

As armadilhas fotográficas são equipamentos que registram e coletam dados de espécies selvagens de modo não-invasivo. Tais equipamentos consistem em câmeras fixas que são disparadas por sensores de raios infravermelhos ativados pelo movimento e calor corporal quando os animais se aproximam (Tomas and Miranda

2003). Esta ferramenta tem sido empregada para muitas finalidades de pesquisas com a fauna selvagem, como em levantamentos faunísticos, período de atividade e estimativas populacionais (Trolle and Kéry 2003, Vogliotti 2003, 2008, Silver et al. 2004, Yasuda 2004, Maffei et al. 2005, Martins et al. 2007, Kelly and Holub 2008, Lim and Ng 2008, Tobler et al. 2009). O uso de metodologias menos invasivas como esta dispensa a contenção física e química do animal, diminuindo ocasiões de estresse e evitando situações problemáticas como a miopatia de captura nos cervídeos (Dias 1997).

Embora a dificuldade em capturar os animais seja o principal motivo da escassez de estudos ecológicos do gênero *Mazama*, o veado-catingueiro no Pantanal representa um caso à parte. O ambiente heterogêneo deste bioma com unidades de vegetação dispostas em mosaicos (Rodela 2006) e o comportamento alimentar dos animais em ambientes abertos proporcionam chances de aproximação e tentativa de captura para estudos com telemetria. Assim, a aquisição dessas informações com dados gerados por armadilhas fotográficas permite comparar os resultados gerados por essas duas ferramentas, podendo discutir a viabilidade das armadilhas fotográficas em estudos ecológicos para outras espécies florestais em que o sucesso de captura é baixo.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi inserido no projeto temático aprovado em 2010 “Os veados cinzas do Brasil (Mammalia; Cervidae; *Mazama*): A busca das variantes genéticas, morfológicas e ecológicas para explicar a complexa taxonomia e evolução do grupo” (Processo FAPESP 2010/50748-3), o qual busca contribuir com a resolução de problemas taxonômicos que existem acerca do gênero por meio de aspectos moleculares, citogenéticos e ecológicos.

De modo geral, o presente trabalho visa contribuir para o conhecimento ecológico do *Mazama gouazoubira* através de dados coletados por colares GPS e armadilhas fotográficas e comparar os resultados gerados por estas com o intuito de avaliar sua aplicação. Isso foi possível devido a oportunidade de captura do veado-catingueiro no Pantanal da Nhecolândia, cuja a estrutura dos habitats oferece chances de aproximação e, conseqüentemente, captura de indivíduos para a colocação de colares GPS.

Deste modo, esta dissertação está estruturada em dois capítulos redigidos na forma de artigo, sendo as referências formatadas com base nas normas da revista. O Capítulo 1 “Armadilhas Fotográficas em Estudos Ecológicos de Cervídeos Florestais” segue as normas do periódico *The Journal of Wildlife Management* e, de modo geral, tem por objetivos estimar a área de vida, uso de habitats e período de atividade da espécie por meio de colares GPS e armadilhas fotográficas. Assim, foi realizado a comparação dos resultados gerados para a avaliação do uso desta última ferramenta em estudos ecológicos com cervídeos e outras espécies que vivem em ambientes florestais, onde a captura é pouco viável. O Capítulo 2 “Padrão de Atividade e Movimentação de *Mazama gouazoubira*, Fischer 1814 (Cervidae, Cetartiodactyla)” segue os padrões do *Journal of Mammalogy* e objetiva estimar o padrão de movimentação e atividade por meio das características do movimento (ângulos de virada e distância percorrida) e acelerômetros dispostos nos colares GPS e observar quais as variáveis que influenciam tais aspectos. A seção *Captura*, anterior aos capítulos, traz os detalhes metodológico utilizados na captura dos indivíduos estudados. Por fim, as seções *Conclusões Gerais* e *Considerações Finais* fazem uma abordagem final sobre as conclusões dos dois capítulos e sobre os desafios e as dificuldades enfrentados no decorrer do trabalho.

CAPTURA

Experiências prévias de captura do veado-catingueiro no mesmo local do presente estudo foram realizadas em outubro de 2009 com um indivíduo capturado, em outubro de 2010 com sete animais capturados e em março de 2011 com um indivíduo capturado. Isso permitiu aprimorar as técnicas e, conseqüentemente, obter um maior sucesso nas capturas. Assim, as capturas foram realizadas na fazenda Nhumirim (Figura 4), campo experimental da EMBRAPA Pantanal, localizada no Pantanal da Nhecolândia, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul. No mês de julho de 2011, duas saídas a campo foram realizadas por dia, sendo uma no início da manhã por volta das 6h e uma outra no fim da tarde por volta das 17h. Estes períodos coincidem com a saída dos animais dos ambientes mais fechados (cordilheiras ou florestas) para os campos mais abertos, onde as chances de visualização e aproximação para a captura são facilitadas.

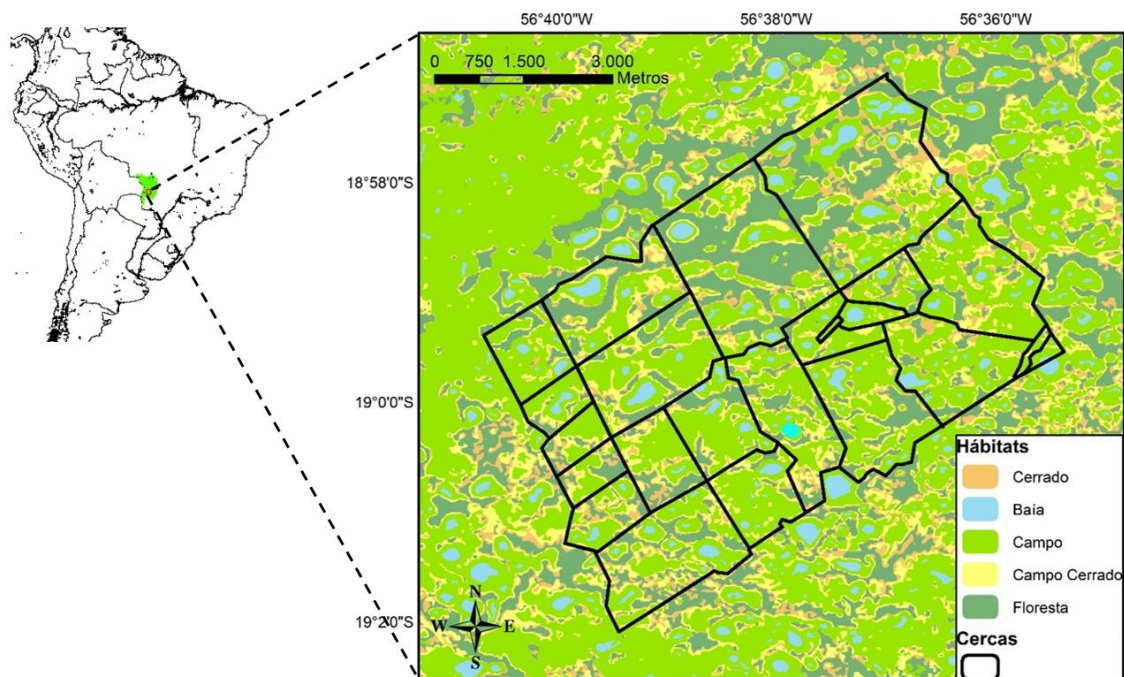


Figura 4. Área de estudo com as delimitações das cercas da Fazenda Nhumirim (EMBRAPA Pantanal), localizada no Pantanal da Nhecolândia, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Quando avistados, os animais eram seguidos por uma pessoa a pé até uma distância de aproximadamente 15 metros. Nesta distância, os animais foram alvejados por um dardo lançado por arma a gás pressurizado (DANINJECT®, Børkop, Dinamarca). Para todos os animais foi determinada uma dose inicial de 30 mg de Cloridrato de Xylazina (Rompun®, Bayer S.A., São Paulo/Brasil) e 200 mg de Cloridrato de Cetamina (Vetaset®, Fort Dodge Animal Health, Fort Dodge/USA). Os dardos foram especialmente adaptados para esta captura, possuindo uma farpa (barb) para que o dardo não se desprendesse do animal. Ainda, os dardos possuíam um transmissor VHF no seu interior, pois quando alvejado o animal se desloca para o interior da mata, impossibilitando seu acompanhamento visual. Assim, entre 5 e 10 minutos após a fixação do dardo anestésico no animal, tempo necessário para queda deste, foi possível encontrá-lo utilizando aparelhos de recepção VHF.

Cinco machos e três fêmeas foram capturados para o estudo, mas somente sete foram monitorados (Tabela 1, Figura 5) em virtude da forte rejeição ao colar. Quando anestesiados, os animais foram levados para perto do veículo onde foram realizados procedimentos de pesagem, biometria e coleta de material biológico (Figura 6), como sangue, fezes, pele, pêlos, ectoparasitas e sêmen. Todos estes dados e materiais coletados na captura foram encaminhados ao banco de células e amostras do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Jaboticabal-SP.

Tabela 1. Dados dos oito indivíduos de *Mazama gouazoubira* capturados para os estudos ecológicos na Fazenda Nhumirim, localizada no Pantanal da Nhecolândia.

Identificação	Brinco	Sexo	Idade Estimada	Condição dos Chifres	Peso (kg)
F1	24	Fêmea	1 ano e 2 meses	-	16
F2	27	Fêmea	2 anos	-	16
F3*	25	Fêmea	10 meses	-	16
M1	29	Macho	5 anos	Desencapado	22
M2	30	Macho	6 anos	Desencapado	20
M3	23	Macho	1 ano e 3 meses	Encapado	18
M4	26	Macho	8 meses	Ausente	17
M5	28	Macho	3 anos	Encapado	18

*Indivíduo que rejeitou o colar

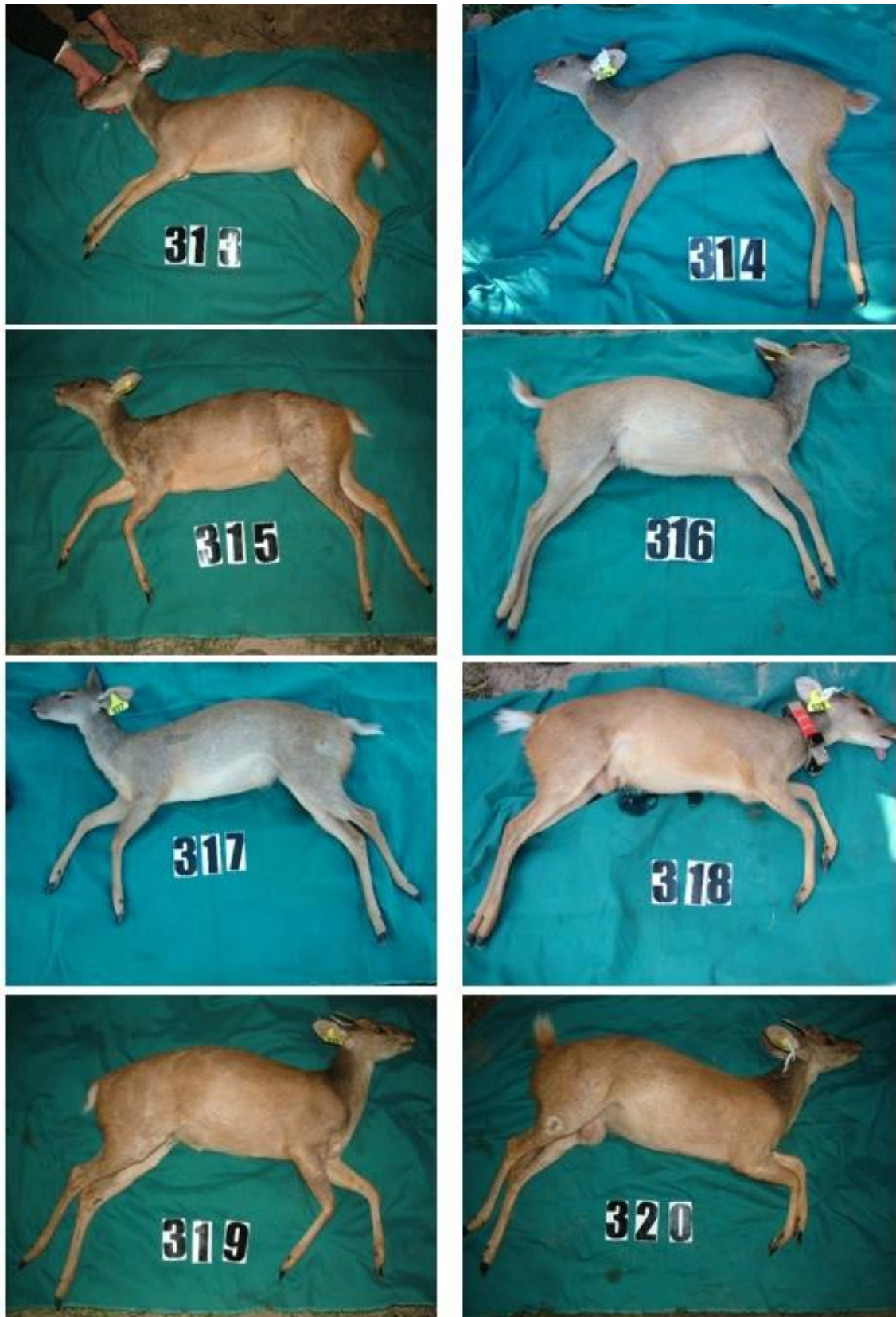


Figura 5. Veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) capturados no Pantanal.



Figura 6. Alguns dos procedimentos pós-captura de *Mazama gouazoubira* no Pantanal. A- Pesagem; B- Coleta de sangue; C- Biometria e D- Coleta de sêmen.

Os animais capturados foram marcados com brincos do tipo ovino e colares GPS radiotransmissores (VHF) contendo GPS (Lotek 6000SL) (Figura 7). Esses colares tiveram uma marcação para fins de identificação individual com a colocação de fitas isolantes vermelhas, sendo o padrão de reconhecimento para cada indivíduo definido com base nas disposições dessas fitas. Tal procedimento foi realizado para a comparação dos dados gerados por duas ferramentas de estudos ecológicos (Capítulo 1).



Figura 7. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) capturado e marcado com brinco e collar GPS/VHF para o estudo.

Nos 23 dias seguintes à captura foi feito um acompanhamento intensivo de todos os animais para avaliar a recuperação dos mesmos no período pós-captura. Por pelo menos uma vez ao dia através da técnica *homing*, que consiste em se aproximar do animal por meio do sinal de rádio-telemetria, os animais foram observados por alguns minutos. Nessas ocasiões eram especialmente observados a condição corpórea ou algum possível comportamento estranho relacionado ao collar. Por fim, a coordenada geográfica do ponto de avistamento de cada animal foi registrada com aparelhos GPS (GARMIN, GPSmap 60CSx). Procurou-se variar a hora de localização de cada animal dentro do horário de funcionamento do rádio collar a fim de evitar possíveis hábitos relacionados à hora do dia. Essas localizações foram tomadas com o propósito de auxiliar o estabelecimento da área de amostragem das armadilhas fotográficas (Capítulo 1) de forma a englobar o maior número possível de animais.

Além disso, com o intuito de avaliar visualmente o estado físico do animal e poder detectar possíveis eventos de morte que poderiam ocorrer durante o desenvolvimento do projeto, durante todo o período de pesquisa foi realizado o

monitoramento presencial de cada animal uma vez ao mês, sendo a localização feita com o uso de receptor de VHF (TR2 - *Telonics, Inc., Mesa, AZ, USA*), antena direcional de 3 elementos e um fone de ouvido (Figura 8). Após o último mês, o sistema VHF funcionou no período de 24 horas diárias por 30 dias a fim de localizar e resgatar os colares no campo após a queda do pescoço dos animais pelo sistema *drop-off* de queda remota.

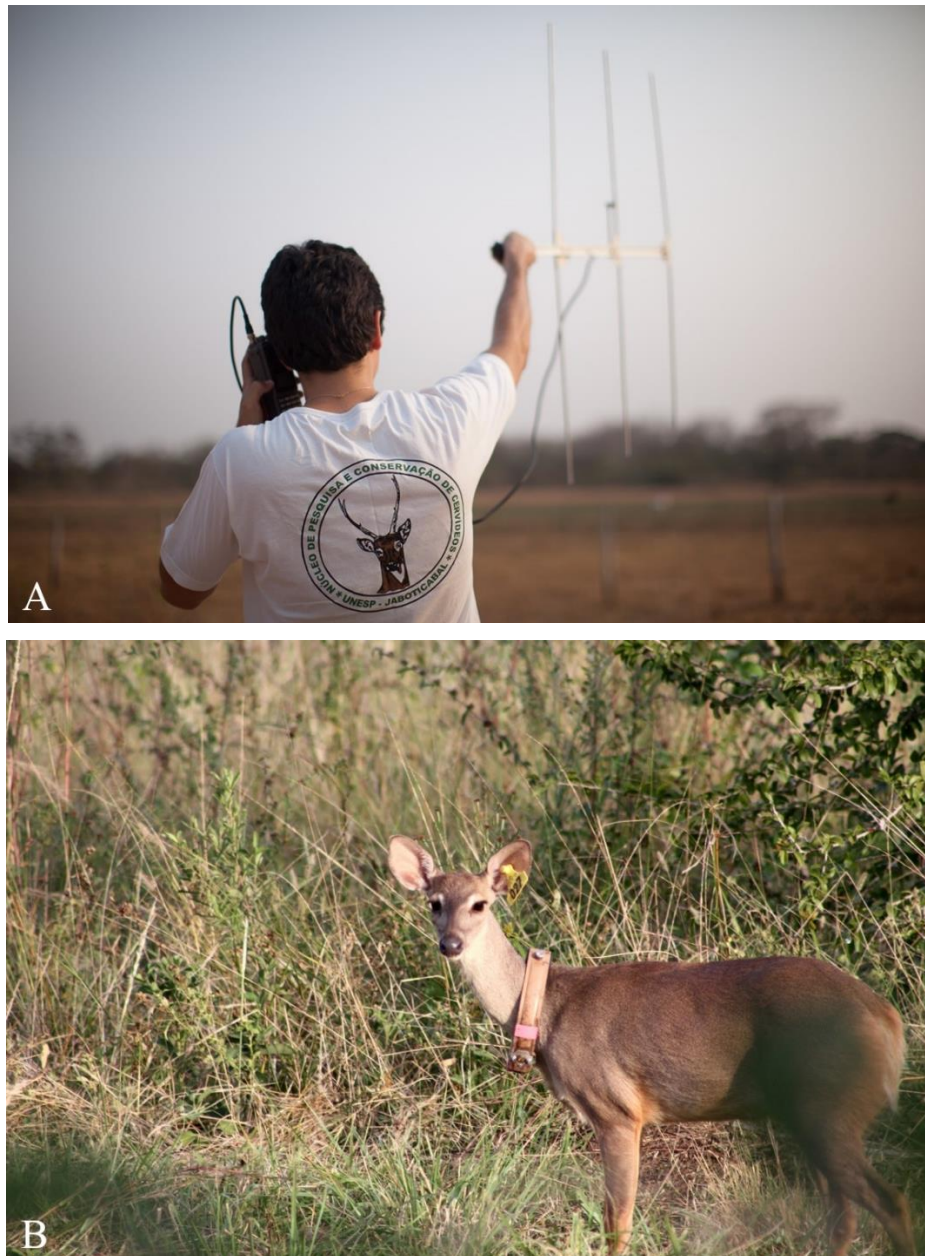


Figura 8. Monitoramento mensal realizado em campo para acompanhamento do estado físico dos animais e verificação de possíveis problemas com o equipamento. A. Pesquisador com equipamento de recepção do sinal VHF emitido pelo collar dos veados-catingueiros (*Mazama gouazoubira*) monitorados no Pantanal (B).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, A. D. K. De. 2008. Análise comparativa do período de atividade entre duas populações de *Mazama americana* (veado-mateiro). Thesis, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. [In Portuguese.]
- Barrette, C. 1987. The comparative behavior and ecology of chevrotains, musk deer, and morphologically conservative deer. Pages 200–213 in C. M. Wemmer, editor. Biology and management of the Cervidae. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Barrientos, J., and L. Maffei. 1999. Radio-telemetría en la urina *Mazama gouazoubira* en el campamento Cerro Cortado, Izozog, Santa Cruz, Bolivia. Resúmenes de investigaciones - Proyecto Kaa-Iya-CABI/WCS 369–371. [In Spanish.]
- Black-Décima, P., R. V. Rossi, A. Vogliotti, J. L. Cartes, L. Maffei, J. M. B. Duarte, S. González, and J. P. Juliá. 2010. Brown Brocket Deer *Mazama gouazoubira* (Fischer 1814). Pages 190–201 in J. M. B. Duarte and S. González, editors. Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer. FUNEP, Jaboticabal.
- Dias, J. L. C. 1997. Miopatia de captura. Pages 171–179 in J. M. B. Duarte, editor. Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama*. FUNEP, Jaboticabal. [In Portuguese.]
- Duarte, J. M. B., and S. González. 2010. Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer. J. M. B. Duarte and S. González, editors. FUNEP/IUCN, Jaboticabal.
- Duarte, J. M. B., and M. L. Merino. 1997. Taxonomia e Evolução. Pages 2–23 in J. M. B. Duarte, editor. Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama*. FUNEP, Jaboticabal. [In Portuguese.]
- Duarte, J. M. B. 1997. Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama*. J. M. B. Duarte, editor. FUNEP, Jaboticabal. [In Portuguese.]

- Eisenberg, J. F., and K. H. Redford. 1999. Order Artiodactyla (Even-toed Ungulates). Pages 332–355 in 3, editor. *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Ferreguetti, Á. C., W. M. Tomás, and H. G. Bergallo. 2015. Density, occupancy, and activity pattern of two sympatric deer (*Mazama*) in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Mammalogy* 96:1245–1254.
- Jacob, A. A., and R. Rudran. 2003. Radiotelemetria em estudos populacionais. Pages 285–342 in L. C. Jr, R. Rudran, and C. Valladares-Padua, editors. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. UFPR, Curitiba. [In Portuguese.]
- Kelly, M. J., and E. L. Holub. 2008. Camera Trapping of Carnivores: Trap Success Among Camera Types and Across Species, and Habitat Selection by Species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. *Northeastern Naturalist* 15:249–262.
- Leeuwenberg, F., I. de O. Cabral, and S. L. Resende. 1999. Deer Specialist Group News 14–14.
- Lim, N. T. L., and P. K. L. Ng. 2008. Home range, activity cycle and natal den usage of a female Sunda pangolin *Manis javanica* (Mammalia: Pholidota) in Singapore. *Endangered Species Research* 4:233–240.
- Maffei, L., A. J. Noss, E. Cuéllar, and D. I. Rumiz. 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology* 21:349–353.
- Marques, S. R., and T. S. Santos-Junior. 2002. Mamíferos terrestres de médio e grande porte. Pages 153–177 in C. J. R. Alho, editor. *Monitoramento da fauna silvestre do APM Manso*. São Carlos: Furnas Centrais Elétricas. [In Portuguese.]
- Martins, S. D. S., J. G. Sanderson, and J. D. S. E Silva. 2007. Monitoring mammals in the Caxiuan?? National Forest, Brazil - First results from the Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) program. *Biodiversity and Conservation* 16:857–870.

- Oliveira-Santos, L. G. R. 2009. Ecologia e conservação de ungulados florestais em uma área do Pantanal. Thesis, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil. <http://www.cbc.ufms.br/tedesimplificado/tde_busca/processaArquivo.php?codArquivo=425>. [In Portuguese.]
- Pinder, L., and F. Leeuwenberg. 1997. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814). Pages 59–77 in J. M. B. Duarte, editor. Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama*. FUNEP, Jaboticabal. [In Portuguese.]
- Pinder, L. 1997. Niche Overlap Among Brown Brocket Deer, Pampas Deer, and Cattle in the Pantanal of Brazil. Dissertation, University of Florida, USA.
- Rivero, C. K., D. L. Rumiz, and A. B. Taber. 2005. Differential habitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama gouazoubira* and *Mazama americana*) in a seasonal Chiquitano forest of Bolívia. *Mammalia* 69:169–183.
- Rodela, L. G. 2006. Unidades de Vegetação e Pastagens Nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. [In Portuguese.]
- Rodrigues, T. F. 2015. Ocupação de paisagem dentro e fora de Unidades de Conservação pelo veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira* Fischer, 1814) no nordeste paulista. Thesis, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil. [In Portuguese.]
- Silver, S. C., L. E. T. Ostro, L. K. Marsh, L. Maffei, A. J. Noss, M. J. Kelly, R. B. Wallace, H. Gómez, and G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38:148–154.
- Tobler, M. W., S. E. Carrillo-Percegué, and G. Powell. 2009. Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology* 25:261.

- Tomas, W. M., and G. H. B. de Miranda. 2003. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. Pages 243–265 in L. C. Jr, R. Rudran, and C. Valladares-Padua, editors. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. UFPR, Curitiba. [In Portuguese.]
- Trolle, M., and M. Kéry. 2003. Estimation of Ocelot Density in the Pantanal Using Capture–Recapture Analysis of Camera-Trapping Data. *Journal of Mammalogy* 84:607–614.
- Vogliotti, A. 2003. História Natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da Etnozoologia, Monitoramento Fotográfico e Rádio-Telemetria. Thesis, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil. [In Portuguese.]
- Vogliotti, A. 2008. Partição de habitats entre os cervídeos do Parque Nacional do Iguaçu. Dissertation, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.[In Portuguese.]
- Yasuda, M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study* 29:37–46.

CAPÍTULO 1

ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS EM ESTUDOS ECOLÓGICOS DE CERVÍDEOS FLORESTAIS

RESUMO

O baixo sucesso em capturar espécies florestais representa um dos principais motivos da escassez de estudos básicos a respeito das espécies em vida livre, prejudicando o desenvolvimento de programas de manejo e conservação eficientes. Assim, testar a adequação de ferramentas alternativas em locais onde a captura e monitoramento de animais é a principal dificuldade se faz essencial para seu uso e confiabilidade em pesquisas futuras. Utilizando o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal como modelo, este estudo testou a adequação das estimativas de área de vida, uso de habitat e período de atividade calculados por armadilhas fotográficas (AF) a partir de comparação com os estimados por colares GPS. Indivíduos com marcações naturais foram observados (n=4) e a proximidade ($\approx 80\%$) das estimativas de área de vida entre as duas ferramentas (GPS: 62,18ha, n=6; AF: 50,03ha, n=3) sugere a possibilidade das AF para tal emprego, muito embora fatores como esforço amostral, área de amostragem e posicionamento das câmeras sejam fundamentais para uma estimativa mais acurada. Por outro lado, as AF apresentaram irregularidade de funcionamento nas diferentes fitofisionomias, comprometendo os estudos de uso de hábitat. A espécie apresentou um padrão crepuscular-diurno com atividade ultradiana nas duas ferramentas (teste de Rao, AF: $U = 144,43$, $p < 0,01$; GPS: $U = 140,80$, $p < 0,05$). A frequência de registros fotográficos foi correlacionada com a distância percorrida pelos animais ($r = 0,98$; $p < 0,05$), sugerindo o uso das AF em estudos de atividade. Assim, para espécies de difícil captura e observação, as armadilhas fotográficas podem ser consideradas uma ferramenta alternativa à telemetria importante para aumentar a geração de novos conhecimentos e proporcionar o planejamento de ações em planos de conservação.

Palavras-chave: *Mazama*, telemetria, área de vida, atividade, uso de habitat, veado-catingueiro, espécies evasivas, Pantanal.

ABSTRACT

The difficult to capture forest species is one of the main reasons for the lack of basic studies for species in the wild. This commits the development of efficient management and conservation plans. Thus, testing the suitability of alternative tools in environments where the capture is the main difficulty becomes essential to establish its reliability and use in future researches. Using brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) from Pantanal as model, this study aimed to assess the suitability of home range, habitat use and activity period estimated by camera traps (CT) compared with estimates by GPS collar. Natural markings were observed on individuals (n=4) and the proximity ($\approx 80\%$) of home range estimates between both tools (GPS: 62.18ha, n=6; CT: 50.03ha, n=3) suggests CT as a possibility for this purpose, although factors like sampling area, sampling efforts and cameras positioning are essential to achieve accurate estimates. On the other hand, the CT showed irregular operation in different habitats, which could harm habitat use studies. The species showed crepuscular-diurnal pattern and ultradian rhythm by both tools (Rao's test, CT: $U = 144.43$, $p < 0.01$; GPS: $U = 140.80$, $p < 0.05$). Photograph records frequency were correlated with travelled distance ($r = 0.98$; $p < 0.05$), suggesting CT application in activity studies. Therefore, for species inherently difficult to capture and to observe, the CT can be considered as an important alternative tool for telemetry to increase the generation of new knowledge and to provide action planning in deficient conservation plans.

Key-words: *Mazama*, telemetry, home-range, activity, habitat use, brocket deer, evasive species, Pantanal.

1 INTRODUÇÃO

Florestas tropicais contêm elevados níveis de abundância e diversidade de espécies, sendo que muitas destas são crípticas e tímidas, tornando-as difíceis de serem estudadas (Ridout and Linkie 2009). Além disso, espécies com comportamentos agressivos e de hábitos noturnos e florestais comprometem a visualização e, conseqüentemente, capturas e/ou monitoramentos, aumentando os desafios para execução de estudos comportamentais e ecológicos com animais em vida livre. Essas dificuldades resultam na escassez e até mesmo na ausência de conhecimentos básicos a respeito da biologia de tais espécies, prejudicando, dessa forma, desenvolvimento de programas de manejo e conservação eficientes.

Dentre as ferramentas de pesquisa que surgem para contornar tais dificuldades, as armadilhas fotográficas (AF) destacam-se por permitir a aquisição de dados e informações importantes de animais selvagens, principalmente quando se trata de espécies que compartilham as características acima (Ridout and Linkie 2009, Rovero and Marshall 2009). A rápida expansão das armadilhas fotográficas em pesquisas com espécies elusivas tem difundido a aplicação dessa ferramenta (Kelly 2008). A aplicação desta ferramenta tem se mostrado útil em diversos estudos ecológicos, como levantamentos de espécies, dinâmica populacional, densidade, área de vida, período de atividade e uso de habitat (Karanth et al. 2003, 2006, Tomas and Miranda 2003, Silver et al. 2004, Srbek-Araujo and Chiarello 2005, Azlan and Sharma 2006, Di Bitetti et al. 2006, Dillon and Kelly 2008, Royle et al. 2009). Além de uma gama enorme de aplicações, por se tratar de uma ferramenta não invasiva, o armadilhamento fotográfico dispensa a contenção física e química do animal e, dessa forma, evita ocasiões de estresse e outras situações indesejáveis, como a miopatia de captura em cervídeos (Dias 1997, Vogliotti 2003).

A família Cervidae é um dos grupos de mamíferos mais diversos, contendo mais de 60 espécies no mundo distribuídas no norte e sul da América, Europa, Ásia e norte da África (Eisenberg and Redford 1999; Wilson and Reeder 2005). As espécies deste grupo são ruminantes verdadeiros, com estômago dividido em quatro compartimentos, sendo a maioria das espécies adaptadas para a alimentação de gramíneas e ramos (Eisenberg and Redford 1999). Dentro dessa família, o gênero *Mazama* constitui um extenso grupo de cervídeos de médio a pequeno porte, com chifres curtos, simples e pontiagudos nos machos, que se distribui ao longo da

América tropical e subtropical (Eisenberg and Redford 1999; Duarte and González 2010).

Classificadas dentro do grupo de “Pequenos Cervídeos Florestais Solitários” (Barrette 1987), as características ecológicas deste gênero, adaptado à ambientes florestais fechados, aliadas ao comportamento tímido e elusivo, constituem as principais causas de dificuldade em estudos ecológicos e de escassez de informações dessas espécies em vida livre (Vogliotti 2003). Neste contexto, a captura de indivíduos para o monitoramento por telemetria de modo sistemático é praticamente inviável em muitos ambientes por demandar um esforço muito grande e por ainda não haver atualmente uma metodologia de captura eficiente. Assim como para outras espécies florestais, tal dificuldade representa o maior obstáculo para aquisição de dados ecológicos do gênero, sendo as poucas informações existentes sobre as espécies na natureza resultados de capturas oportunistas (Marques and Santos-Junior 2002, Vogliotti 2003) ou de estudos restritos à um número baixo de espécimes (Pinder 1997, Leeuwenberg et al. 1999, Vogliotti 2003, Antunes 2012).

Se por um lado a captura e monitoramento representam hoje as principais barreiras na aquisição de conhecimento das características ecológicas do gênero *Mazama*, por outro, o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814) no Pantanal representa um caso à parte a este cenário, uma vez que a paisagem particular deste bioma, com unidades de vegetação dispostas em mosaicos (Rodela et al. 2007), proporciona chances de aproximação e oportunidades de captura. Dessa forma, a captura do veado-catingueiro para o monitoramento e tomada de dados por colares GPS em conjunto com armadilhas fotográficas possibilita a comparação das informações dos animais em vida livre, bem como mostraria a confiabilidade das armadilhas fotográficas em estudos ecológicos envolvendo esta e outras espécies selvagens florestais onde a captura é praticamente inviável.

Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram testar a adequação das estimativas de área de vida (AV), uso de habitat (UH) e período de atividade (PA) do veado-catingueiro mensurados pelas armadilhas fotográficas a partir de comparação com os valores estimados pelos colares GPS, individualizar animais por meio de marcações naturais e avaliar a confiabilidade dos resultados gerados para a aplicação das AF em estudos envolvendo esta e outras espécies florestais em que a captura representa o principal obstáculo para a aquisição de dados ecológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Nhumirim/EMBRAPA (18°59'18.58"S; 56°37'9.81"O), localizada na cidade de Corumbá-MS, Brasil, situada na região conhecida como Nhecolândia (Figura 1). A região possui clima tropical, com temperatura média anual de 25,5°C e máximas que ultrapassam 40°C (Soriano et al. 1997). A distribuição da vegetação da região é singular, com unidades de vegetação dispostas em mosaico, onde especialmente nas partes mais baixas do relevo há uma grande diversidade de espécies forrageiras que constituem a principal fonte de alimento para os grandes herbívoros silvestres (Rodela et al. 2007). As áreas mais elevadas da região são compostas principalmente de florestas estacionais semidecíduais, enquanto que nas áreas mais baixas predominam as fitofisionomias de savana aberta (Ratter et al. 1988).

2.2 CAPTURA, MARCAÇÃO E INDIVIDUALIZAÇÃO DOS ANIMAIS

Sete animais (cinco machos – M1, M2, M3, M4 e M5; duas fêmeas – F1 e F2) foram capturados no mês de julho de 2011 utilizando técnica semelhante à descrita por (Piovezan et al. 2006) para a captura de veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*). Os animais foram sedados por um dardo lançado por arma a gás pressurizado (DANINJECT®, Børkop, Dinamarca). Cada dardo possuía uma solução de 30 mg de Cloridrato de Xylazina (Rompun®, Bayer S.A., São Paulo/Brasil) e 200 mg de Cloridrato de Cetamina (Vetaset®, Fort Dodge Animal Health, Fort Dodge/USA), além de um transmissor VHF em seu interior para uma posterior busca do animal dentro da mata quando alvejado. Todos os procedimentos de captura foram aprovados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA/MMA (SISBIO/10636-1).

Os animais capturados foram marcados com brincos do tipo ovino e colares radiotransmissores (Figura 2) contendo GPS (LOTEK Wireless® 6000SL, Ontario, Canadá). Cada colar teve uma marcação específica para posterior reconhecimento individual através dos registros das armadilhas fotográficas. A disposição de fitas isolantes vermelhas nos colares foi o padrão de marcação para cada indivíduo (Figura

2). Para acompanhar o estado físico dos animais e eventuais casos de morte, após a captura e durante todo o período de estudo, todos os animais foram acompanhados mensalmente com o uso de receptor de VHF (TR2 - TELONICS®, Inc., Mesa, AZ, USA).

Sendo o reconhecimento individual um requisito necessário para o desenvolvimento de estudos com área de vida pelas armadilhas fotográficas, buscou-se observar a presença de marcações naturais que possibilitasse a individualização dos animais através dos registros fotográficos para os indivíduos não-amostrados (sem colares). Assim, a presença de manchas, cortes, cicatrizes ou outros sinais nos indivíduos foi utilizado como uma forma de individualização.

2.3 COLETA DE DADOS

2.3.1 Colares GPS

Os colares GPS tiveram duas programações de coletas de coordenadas geográficas. Para os estudos de áreas de vida e uso do habitat, cada colar coletou pontos geográficos a cada 13 horas durante um ano, de outubro de 2011 à setembro de 2012. Essa programação permitiu coletar pontos em horários distintos ao longo do dia, resultando em 3.410 localizações. A segunda programação, feita para o estudo de período de atividade, coletou pontos a cada 15 minutos durante 72 horas em duas ocasiões: nos dias 15, 16 e 17 de setembro de 2011 e nos dias 24, 25 e 26 de março de 2012, períodos coincidentes com as estações de máxima seca e cheia no Pantanal, respectivamente. Esta programação resultou em 3.426 pontos. Após o período de coleta de dados, os colares se desprenderam dos animais por meio do sistema de queda remota (*drop-off*), sendo posteriormente recuperados no campo através do sinal VHF. No entanto, devido à ausência deste sinal em virtude do esgotamento da bateria, não foi possível localizar o colar do indivíduo M3, sendo a área de vida deste indivíduo estimada apenas pelas armadilhas fotográficas.

2.3.2 Armadilhas fotográficas (AF)

Para comparar os resultados aos obtidos pelos colares GPS, a área de amostragem das armadilhas fotográficas foi projetada buscando-se abarcar o maior

número de indivíduos capturados (Figura 1). A área considerada de 500 hectares abrangeu quatro animais, sendo três centrais (M1, M2 e M3) e um mais periférico (F1). Essa área de amostragem foi dividida em 20 parcelas de 25 hectares cada, dentro das quais havia uma armadilha fotográfica (total = 20 armadilhas). As armadilhas foram dispostas em locais com indícios de passagens dos veados e não foram utilizadas iscas para atraí-los. Para maiores chances de registros, os pontos de monitoramento de cada armadilha foram trocados a cada 30 dias aproximadamente. Todas as armadilhas foram programadas para monitorar durante as 24 horas do dia, no período de outubro de 2011 à setembro de 2012, mesmo período de coleta de pontos dos colares GPS (exceto a primeira tomada de pontos de atividade pelos colares), resultando em um esforço amostral total de 4.361 armadilhas/dia. Para todas as fotografias, os dados de horário, data e localidade foram registrados.

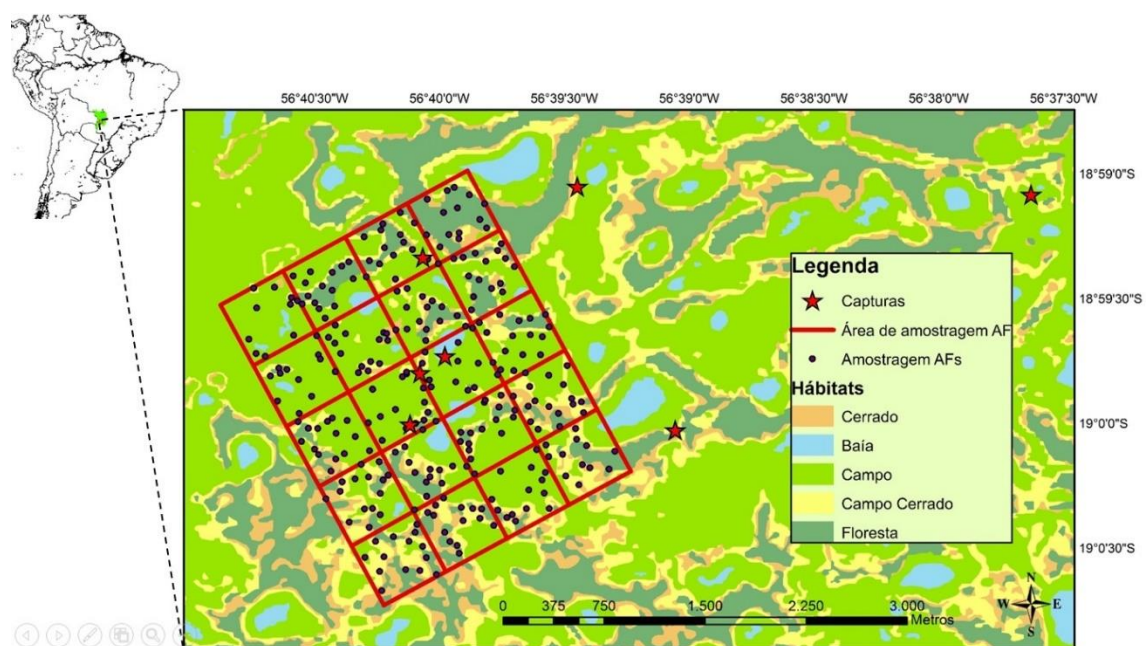


Figura 1. Local de estudo com destaque do bioma Pantanal e área de amostragem das armadilhas fotográficas (AFs), definida com base na maior proximidade de pontos de captura ($n=4$) de veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados com colares GPS ($n=6$) em diferentes tipos de habitats. Cada ponto de amostragem representa um monitoramento de aproximadamente 30 dias por uma armadilha fotográfica.

2.4 ANÁLISES DOS DADOS

2.4.1 Área de vida

As áreas de vida definidas pelos colares GPS e armadilhas fotográficas foram estimadas com o uso do método do Mínimo Polígono Convexo (Mohr 1947), considerando 95% (MPC 95) e 100% (MPC 100) das localizações para os indivíduos monitorados e com marcação natural (devido ao baixo número de registros), respectivamente. As estimativas pelas armadilhas fotográficas utilizaram fotos dos indivíduos monitorados dentro da área de amostragem (F1, M1, M2 e M3). Assim, devido ao baixo número de indivíduos amostrados por armadilhas fotográficas ($n = 4$) e colares GPS ($n = 6$), a comparação entre as duas ferramentas foi realizada com base na razão " $AV_{AF}/AV_{\text{colares GPS}}$ ". Todos os cálculos e estimativas foram feitos por meio do software R 2.12.1 (R Development Core Team 2010), utilizando a função `mcp()` do pacote `adehabitatHR` (Calenge 2006).



Figura 2. Exemplos de marcações em dois veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) com brinco e colar (A) com diferentes disposições de fitas para o posterior reconhecimento individual nos registros fotográficos (B).

2.4.2 Uso de hábitat

Cinco tipos de fitofisionomias foram considerados para a análise com base na classificação de Rodela (2006), adaptado por Antunes (2012) na mesma região de estudo. Sucintamente, os cinco habitats se caracterizam por: Floresta, formada por cerradões e matas estacionais semidecíduais compostas por árvores que chegam a 17 metros e muitas vezes circundadas por caraguatá (*Bromelia balansae*); Cerrado, composto por arbustos tortuosos e árvores de baixo porte com estrato herbáceo

graminoide aparente; Campo Cerrado, situado na transição entre Cerrado e Campo, formado por tapetes de gramínea pontuados por arbustos tortuosos mais ou menos agrupados; Campo, onde predomina áreas abertas com poucos arbustos espaçados; e Baía (Lagoas), que são lagoas de baixa profundidade e que na época de seca é substituída por vegetação pioneira.

O uso de habitat pelos colares GPS foi determinado pela quantidade de pontos registrados em cada hábitat para os seis indivíduos monitorados, de modo que a intensidade de utilização foi proporcional ao número de pontos em cada hábitat. Já para as armadilhas fotográficas, o uso de hábitat foi analisado com base na taxa de fotos independentes dos veados monitorados (com colar) e não monitorados (sem colar) por hábitat dentro da área amostrada (Figura 1) a cada 100 armadilhas/dia de monitoramento. A independência foi considerada para os registros com intervalos acima de uma hora no mesmo ponto amostrado, exceto quando foi possível identificar indivíduos distintos. Registros com mais de um indivíduo foram considerados independentes quando os sujeitos eram adultos. Não foi possível amostrar o hábitat Baía pelas armadilhas fotográficas e, dessa forma, o uso deste hábitat não foi avaliado por esta ferramenta. Todas as informações espaciais da classificação dos pontos GPS e registros fotográficos quanto ao tipo de hábitat foram extraídas por meio do programa ArcView® versão 10.1 (Environmental Systems Research Institute, Inc.).

2.4.3 Período de atividade

Quatro períodos do dia foram considerados para a atividade do veado-catingueiro: Amanhecer, Dia, Anoitecer e Noite, todos classificados de acordo com os horários medianos de nascer e pôr do sol dos doze meses do período de trabalho. Os períodos crepusculares, Amanhecer e Anoitecer, correspondem aos intervalos entre uma hora antes e uma hora depois do nascer e pôr do sol, respectivamente. Dia é o período entre Amanhecer até Anoitecer, enquanto Noite é o período entre Anoitecer até Amanhecer. A classificação dos períodos para os registros fotográficos foi realizada com base nos horários de nascer e pôr do sol extraídos do software Moonphase 3.3 SH (Tingstrom 2009).

Para as duas ferramentas nós partimos dos pressupostos que a frequência de fotografias e a distância percorrida estão positivamente relacionadas à atividade. A análise do ritmo circadiano pelas armadilhas fotográficas foi baseada nos registros

independentes de todos os animais da espécie (monitorados e não monitorados) dentro da área de amostragem durante os 12 meses de monitoramento, sendo cada foto considerada um registro de atividade da espécie. Dessa forma, o perfil circadiano de atividade pelas armadilhas fotográficas está descrito por meio da análise Kernel circular, onde foi possível identificar estatisticamente os picos de atividade (Ridout and Linkie 2009, Oliveira-Santos et al. 2013). A função Kernel circular é um modelo não paramétrico contínuo que estima a amplitude da atividade com base na série temporal de registros fotográficos. O parâmetro *smoothing* ($k=3$) foi selecionado com base na análise gráfica no menor valor de k que alcançou a estabilização da curva de amplitude de atividade com *isopleths* de 0,5 e 0,95. Esta análise foi realizada por meio do pacote “circular” (Agostinelli and Lund 2011) do software R 2.12.1 (R Development Core Team 2010).

A atividade pelos colares GPS foi medida de acordo com o deslocamento percorrido nos intervalos de tomadas de pontos (15 minutos) de acordo com o período durante os seis dias de coleta. Nossa premissa foi que quanto maior a distância percorrida (ou viajada), maior é a atividade e, nesse caso, atividade foi focada no deslocamento, enquanto outros comportamentos como forrageio e descanso não foram abordados.

Para as duas ferramentas, o teste de Rao (Jammalamadaka and SenGupta 2001) foi realizado para testar se a atividade do veado-catingueiro é catemeral, ou seja, foi distribuído uniformemente ao longo do dia. Caso a atividade catemeral não seja encontrada ($p < 0,05$), o período de atividade foi classificado com base na distribuição de fotos como: noturno ($>70\%$ dos registros a noite), noturno-crepuscular ($45-70\%$ dos registros a noite e $>20\%$ crepuscular), crepuscular-diurno ($<45\%$ dos registros a noite e $>20\%$ crepuscular) ou diurno ($<45\%$ dos registros a noite e $<20\%$ crepuscular) (Oliveira-Santos et al. 2010). Por fim, os perfis encontrados nas duas ferramentas foram comparados por meio do teste de correlação circular. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

3.1 ÁREA DE VIDA

O monitoramento fotográfico resultou em 665 fotos de veados-catingueiro, das quais 163 foram descartadas das análises por não atender o critério de independência. Dos 502 registros independentes, 106 são dos quatro animais monitorados dentro da área de amostragem, registrados em 52 pontos distintos (Tabela 1). Com exceção do indivíduo M1, encontrado morto em abril de 2012, todos os animais foram monitorados por 12 meses.

Os tamanhos das áreas de vida estimados pelos colares GPS ($n = 6$) variaram de 33,9 à 98 hectares, enquanto que para as armadilhas fotográficas ($n = 4$) variaram de 8,4 à 59,9 hectares (Tabela 1, Figura 3). Parte dos pontos registrados pelos colares GPS do indivíduo F1 estava fora da área de amostragem pelas armadilhas fotográficas. Assim, o tamanho da área deste indivíduo calculada pelo colar GPS levou em consideração apenas os pontos dentro da área de amostragem das armadilhas fotográficas.

Com exceção apenas para o indivíduo M1, cuja variação foi considerada alta (72%) devido ao número baixo de registros fotográficos em virtude do pouco tempo de monitoramento (6 meses), as comparações das áreas estimadas pelas duas ferramentas (Tabela 1) apontam uma aproximação em 79% das estimativas feitas pelas armadilhas fotográficas em relação aos colares GPS para os dois indivíduos monitorados por um ano (F1 e M2). Uma relação próxima (80,4%) foi observada quando se comparou as médias das áreas de todos os indivíduos monitorados durante um ano por colares GPS (62,2ha, $n=6$) e armadilhas fotográficas (50,0ha, $n=3$). Assim, os resultados próximos das áreas de vida para as duas ferramentas apontam uma subestimação das armadilhas fotográficas em relação às estimadas pelos colares GPS em aproximadamente 20%.

Tabela 1. Áreas de vida (em hectares) estimadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo considerando 95% dos pontos (MPC95), números de pontos coletados pelos colares, registros fotográficos independentes, locais distintos de registros e relação das áreas calculadas por colares GPS e armadilhas fotográficas para os sete veados-catingueiro monitorados e um identificado com marcação natural (MN) no Pantanal.

Indivíduos	Colares GPS (GPS)		Armadilhas Fotográficas (AF)		(AF/GPS)	
	Pontos	Área	Registros	Locais	Área	Relação
F1	581	75,9	16	13	59,9	0,79
F2	554	52,7	--	--	--	--
M1 [†]	280	45,9	12	7	8,4	0,18
M2	604	66,7	50	20	52,6	0,79
M3	*	*	28	12	37,6	--
M4	687	97,9	--	--	--	--
M5	596	33,9	--	--	--	--
MN	--	--	12	7	20,9 ^Ψ	--

[†] Indivíduo monitorado por 6 meses.

* Colar não recuperado.

^Ψ Área estimada considerando 100% dos pontos.

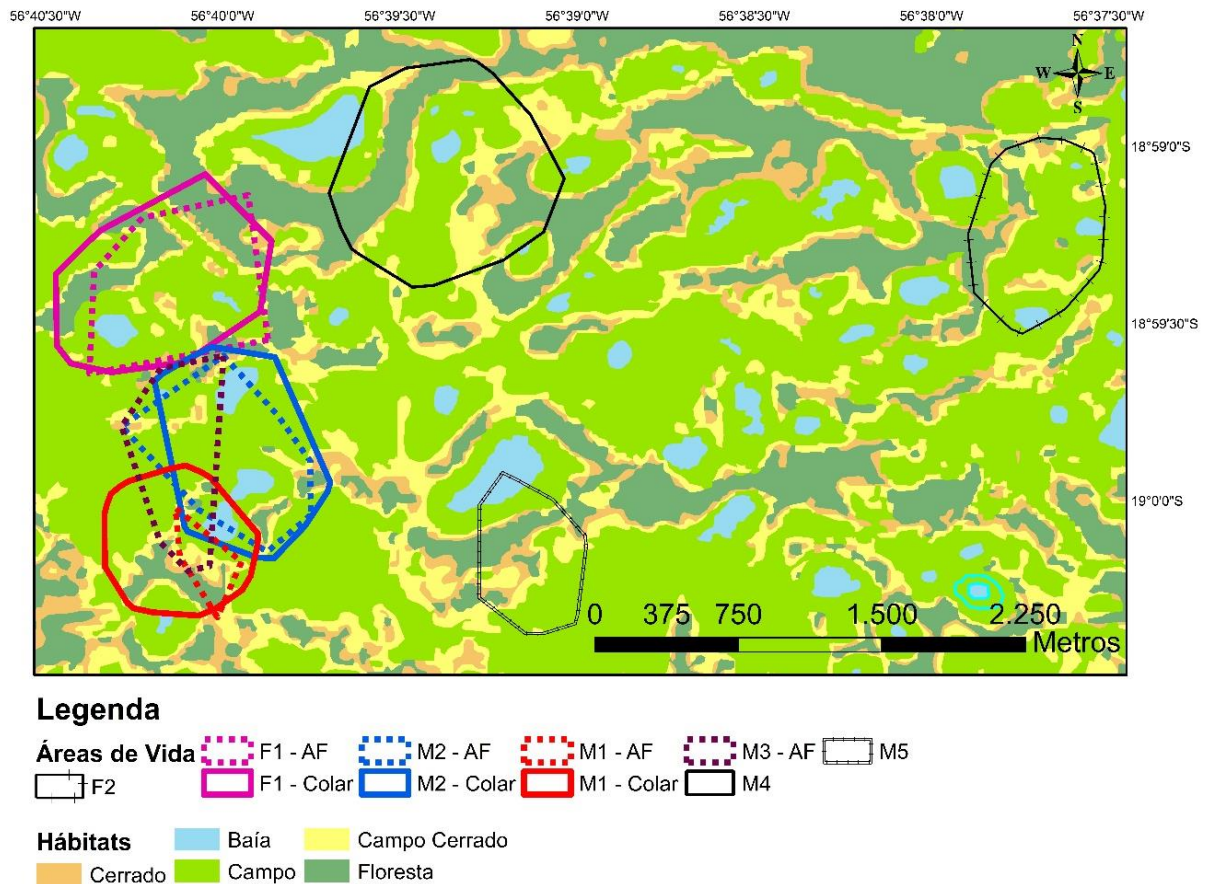


Figura 3. Áreas de vida obtidas pelos colares GPS (Colar) e armadilhas fotográficas (AF) para os sete indivíduos de *Mazama gouazoubira* monitorados no Pantanal, Brasil. Os polígonos coloridos representam as áreas de vida calculadas pelas armadilhas fotográficas (linha tracejada) e colares GPS (linha contínua), onde cada cor representa um indivíduo.

Como aplicabilidade das armadilhas fotográficas em estudos de áreas de vida, o presente trabalho registrou pelo menos quatro indivíduos passíveis de reconhecimento através de suas marcações naturais, sendo que um destes, com maior número de registros fotográficos em locais distintos ($n=8$), obteve uma área de vida (MPC 100) estimada em 21 hectares (Figura 4).

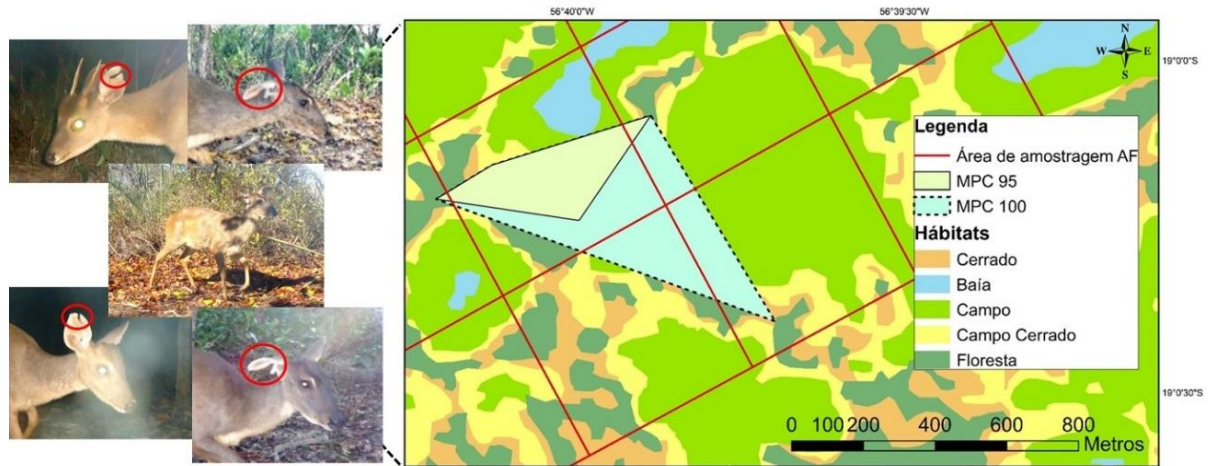


Figura 4. Exemplos de *Mazama gouazoubira* com marcações naturais passíveis de identificação nas fotos feitas por armadilhas fotográficas e áreas de vida calculadas pelo método Mínimo Polígono Convexo considerando 95 (MPC 95) e 100% (MPC 100) dos pontos de registros para um indivíduo (MN).

3.2 USO DE HÁBITAT

O uso de habitat pelo veado-catingueiro se deu em todas as cinco categorias, porém com diferentes proporções de uso entre algumas delas (Figura 5). A amostragem pelos colares GPS mostrou que o Campo foi o habitat mais utilizado pelos veados (43,6%), seguido pelo Campo Cerrado (20,0%), Floresta (19,2%), Cerrado (13,5%) e Baía (3,6%). Tais resultados da utilização de habitat pelos colares GPS foram distintos dos estimados pelas armadilhas fotográficas, as quais tiveram maiores taxas de registros (fotos/100 armadilhas/dia) no Cerrado (15,4), seguido por valores próximos de uso na Floresta (11,6), Campo Cerrado (11,0) e Campo (10,6).

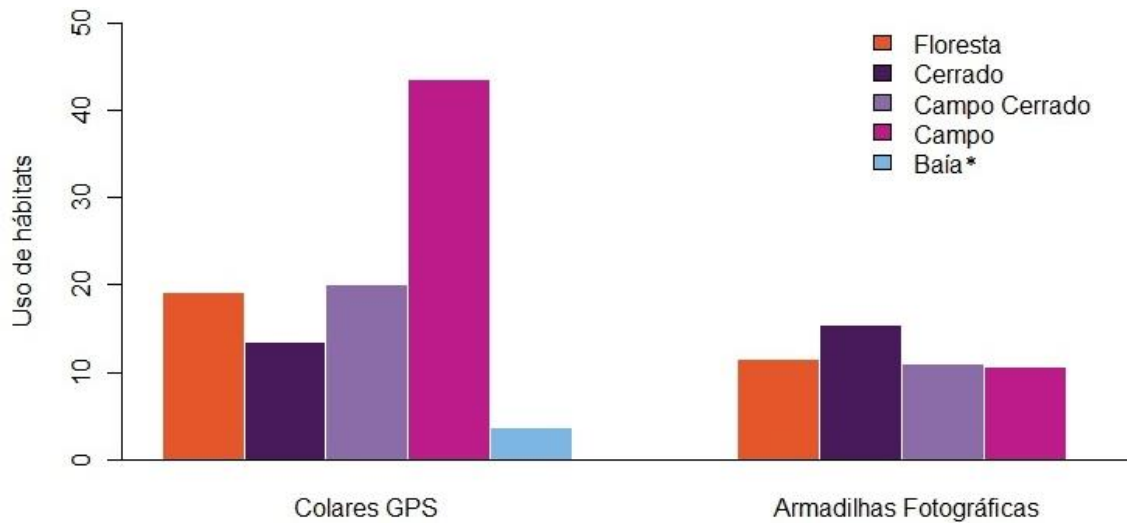


Figura 5. Pontos GPS (%) e taxa de registros fotográficos (a cada 100 armadilhas/dia) de *Mazama gouazoubira* coletados, respectivamente, por colares GPS e armadilhas fotográficas nos diferentes habitats do Pantanal. *Habitat “Baía” não amostrado pelas armadilhas fotográficas.

3.3 PERÍODO DE ATIVIDADE

A análise Kernel circular por meio das armadilhas fotográficas para os 502 registros considerados independentes mostram um perfil bimodal de atividade, com dois picos concentrados (50% de toda a atividade) entre às 03-10hrs e 15-18hrs (Figura 6).

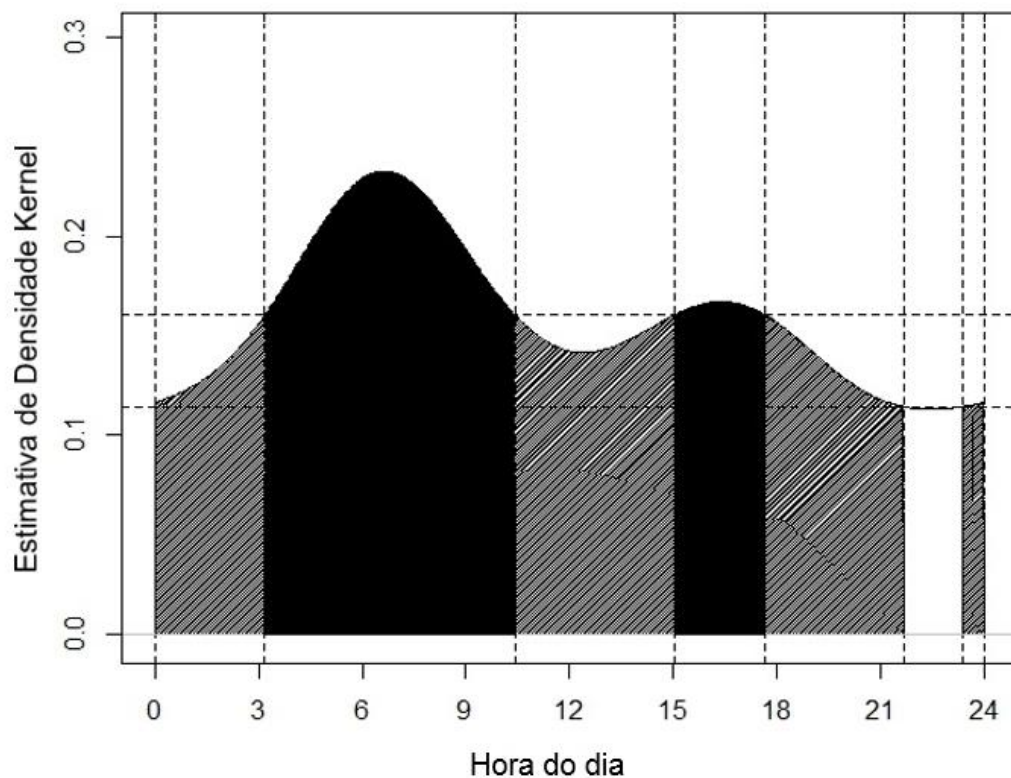


Figura 6. Gráfico Kernel circular do ritmo circadiano de *Mazama gouazoubira* no Pantanal por meio de registros fotográficos. As áreas destacadas (cinzas + pretas) e de coloração preta correspondem aos períodos com concentração de 95% e 50% de atividade, respectivamente.

Os perfis circadianos analisados por armadilhas fotográficas e colares GPS mostram atividade do veado-catingueiro ao longo das 24 horas do dia, mas apresenta picos de atividade nos horários crepusculares (Figuras 7 e 8). A análise dos perfis gráficos moldados pelo número de registros fotográficos por hora e por deslocamentos a cada 15 minutos por meio dos colares GPS mostram um padrão bimodal de atividade semelhante. Neles, é possível identificar picos de atividades coincidentes próximos aos períodos Amanhecer e início do Dia e entre o fim do Dia e Anoitecer.

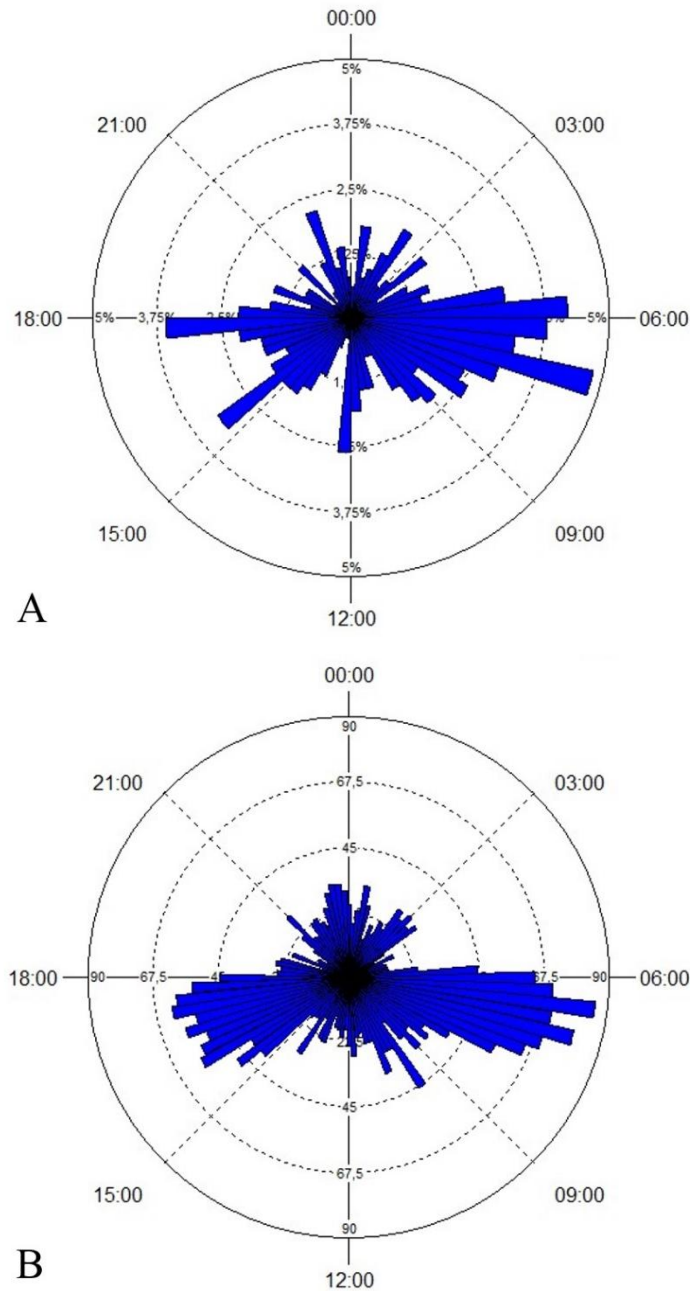


Figura 7. Distribuição da atividade de *Mazama gouazoubira* de acordo com as horas do dia considerando a porcentagem de registros das armadilhas fotográficas (A) e a média das distâncias percorridas (metros) em intervalos de 15 minutos entre os pontos coletados pelos colares GPS (B).

Os resultados do teste de Rao mostram que para as duas ferramentas a atividade do veado-catingueiro não é catemeral, ou seja, não está distribuída uniformemente ao longo das 24 horas do dia (armadilhas fotográficas: $U = 144,43$, $p < 0,01$; colares GPS: $U = 140,80$, $p < 0,05$). Assim, a classificação da atividade com base na proporção de fotos do veado-catingueiro aponta um padrão crepuscular-

diurno (<45% dos registros a noite e >20% crepuscular). Por fim, os perfis circadianos definidos pelas duas ferramentas são altamente correlacionados ($r = 0.98$; $p < 0,05$).

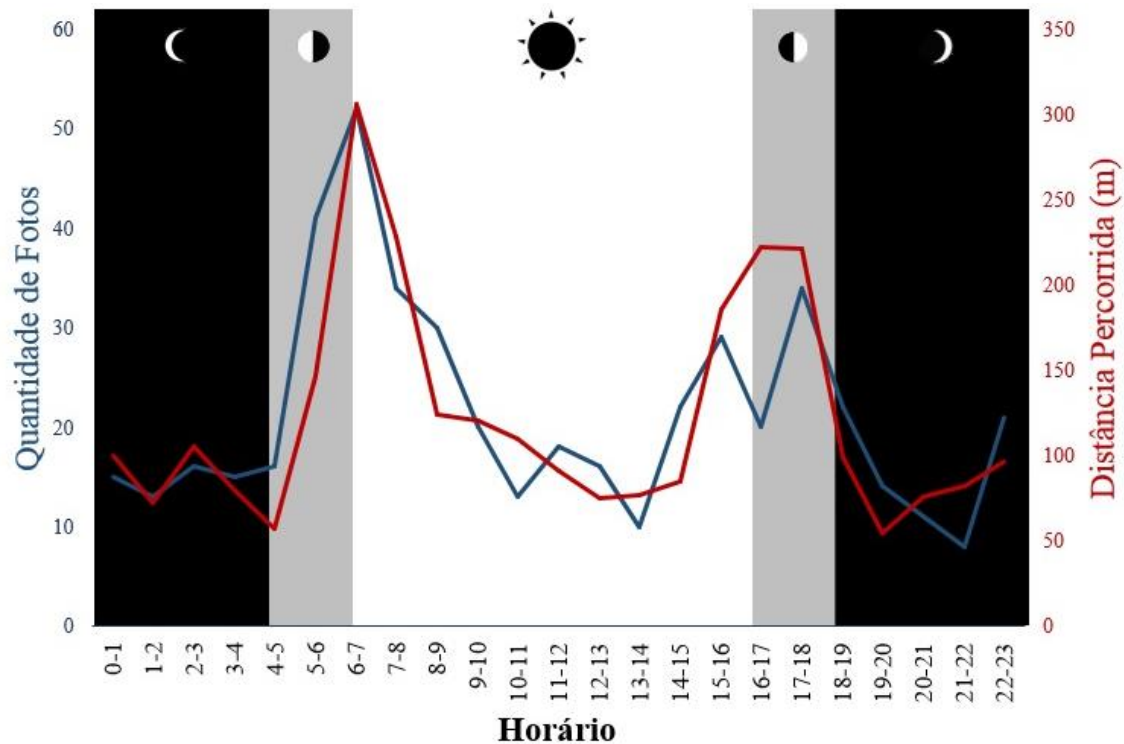


Figura 8. Perfis de atividade do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal medidos com bases na frequência de fotos (linha azul) e média da distância percorrida (linha vermelha) por hora. Os períodos crepusculares (Amanhecer e Anoitecer), Noite e Dia, representados respectivamente, pelas áreas cinzas, pretas e branca ao fundo do gráfico, estão representados com base nos horários medianos de nascer e pôr do sol local no período de setembro/2011 à outubro/2012.

4 DISCUSSÃO

4.1 ÁREA DE VIDA

As armadilhas fotográficas têm sido utilizadas em estimativas de áreas de vida para espécies selvagens (Maffei et al. 2004, Goulart et al. 2009), mas possuem uma limitação implicada na inexistência de padrões individuais de coloração, como pelagem de felinos e de pacas e nas ramificações em galhadas de cervos (Tomas and Miranda 2003). Tais padrões são inexistentes para as espécies do gênero *Mazama*. No entanto, marcações naturais em alguns indivíduos dessa espécie, como cortes, cicatrizes e/ou manchas podem reverter este cenário. Os quatro indivíduos observados neste estudo com marcações naturais por meio dos registros fotográficos apontam a possibilidade de identificação e, consequentemente, aplicação das armadilhas fotográficas em estudos de área de vida para a espécie.

Dos quatro indivíduos observados com marcações naturais, uma fêmea identificada por uma deformidade na orelha (NM) obteve sete pontos distintos de registros, apresentando uma área de aproximadamente 21 hectares (MPC100). Embora os resultados tenham apontado uma subestimação pelas armadilhas fotográficas em até 20% (para indivíduos monitorados por 12 meses), essa área de vida pode ter sido ainda mais subestimada em virtude de todos os registros de MN encontrar-se próximos ao limite inferior da área amostrada pelas armadilhas fotográficas, as quais poderiam abranger apenas parte de sua área de vida (Figura 4). Deste modo, a área de amostragem das armadilhas fotográficas deve abranger uma área maior em torno dos primeiros registros de um animal reconhecido individualmente. Além disso, para animais com marcações naturais sem simetria bilateral o monitoramento pelas armadilhas fotográficas deve ser realizado por meio do pareamento frontal dos equipamentos em campo (Tomas and Miranda 2003). Isso permitirá visualizar nos registros fotográficos os dois lados dos animais e, consequentemente, a marcação natural. Como o objetivo principal deste trabalho foi comparar as áreas de vida estimadas pelas duas ferramentas dos indivíduos monitorados, cuja marcação para cada indivíduo estava disposta em ambos os lados dos colares, o pareamento frontal das armadilhas não foi necessário.

Um dos possíveis argumentos contra o uso dessa ferramenta para esse fim seria o baixo número de indivíduos com marcações naturais que poderiam ser

amostrados na natureza, mas vale ressaltar que, no caso dos *Mazama*, a maioria dos estudos de área de vida com telemetria utilizou apenas um indivíduo (Pinder 1997, Leeuwenberg et al. 1999, Marques and Santos-Junior 2002, Vogliotti 2003, Antunes 2012). Sendo assim, a relação (0,8) das áreas de vida encontrada entre as duas ferramentas para os animais monitorados por 12 meses mostra o quanto as armadilhas fotográficas podem refletir os valores estimados pelos colares GPS, sendo necessário ressaltar que o delineamento da pesquisa, como o esforço amostral, área de amostragem e posicionamento dos equipamentos são de extrema relevância para a estimativa de uma área de vida pelas armadilhas fotográficas mais precisa.

4.2 USO DE HÁBITAT

Em relação ao uso de hábitat, a espécie utiliza todas as categorias de fitofisionomias monitoradas pelas duas ferramentas, mas com diferentes intensidades entre elas (Figura 5). Para os colares GPS, a utilização dos habitats Campo e Baía podem ser reflexo, respectivamente, da maior e menor disponibilidade desses habitats no local de estudo (Figura 1), enquanto que para as armadilhas fotográficas não foram observadas diferenças de uso, onde as taxas de registros fotográficos foram próximas em todas as categorias de hábitat.

A comparação das duas ferramentas mostra que os diferentes resultados podem ser consequência da irregularidade de monitoramento e à probabilidade de detecção das armadilhas fotográficas em ambientes abertos. O mau desempenho dos equipamentos neste caso parece estar atribuído as condições de radiação solar e vento em que as armadilhas são submetidas nestes locais (Oliveira-Santos et al. 2010). Neste caso, o sistema de redução de disparos em falso que os equipamentos utilizados possuem, ocasionados pela ação das variáveis climáticas como o vento e radiação solar, pode interromper momentaneamente o funcionamento do sensor que capta a presença do animal. Assim, os habitats mais abertos como Campo Cerrado e Campo estão sujeitos à uma maior variação de radiação infravermelha do ambiente que, consequentemente, impede os registros fotográficos dos animais nos horários de maior incidência de radiação solar, subestimando, dessa forma, o uso desses habitats.

Um outro fator que pode explicar as diferenças de uso de hábitat entre as duas ferramentas são as distintas probabilidades de detecção dos animais pelos equipamentos fotográficos em habitats mais e menos fechados. A colocação dos

equipamentos em locais de passagem de veados em habitats fechados (Floresta e Cerrado) pode ter aumentado a probabilidade de detecção. Nestes locais, os indícios de passagem de veados como carreiros e trilhas são bem evidentes, enquanto que em habitats mais abertos a colocação dos equipamentos é praticamente independente de sinais de caminho dos animais. Dessa forma, os veados possuem inúmeras rotas e a passagem dos indivíduos pode não ser frontalmente à câmera. Sendo assim, a maior quantidade de pontos GPS no Campo sugere um maior uso desse hábitat e a diferença encontrada entre as duas ferramentas se deve ao monitoramento irregular das armadilhas e à menor probabilidade de detecção dos veados nos ambientes abertos. Esses fatores devem ser considerados em estudos que abordam uso e seleção de habitats em ambientes tão heterogêneos.

4.3 PERÍODO DE ATIVIDADE

O teste de correlação circular dos perfis circadianos aponta que a frequência de registros fotográficos de fato está correlacionada com o deslocamento da espécie, de modo que a frequência de fotos das armadilhas fotográficas reflete a atividade de deslocamento efetuada pelos indivíduos. Em relação à telemetria, os sistemas de transmissores de rádio têm provado ser uma ferramenta valiosa em estudos de padrões de atividade, podendo gerar dados remotos com pouco distúrbio aos animais (Bridges and Noss 2011). Além disso, os recentes dispositivos sensíveis à movimentação (acelerômetros) que têm sido incorporados nos sistemas de biotelemetria proporcionam a possibilidade de quantificação e reconhecimento de comportamentos e atividades específicas dos animais (Lötker et al. 2009), principalmente para as espécies mais elusivas, o que as torna difíceis de serem visualizadas (Coulombe et al. 2006).

Por outro lado, o uso de câmeras fotográficas em estudos de comportamento e atividade, pode ser considerado uma alternativa eficiente quando comparadas com técnicas de radiotelemetria (Tomas and Miranda 2003). Além disso, assim como para as outras duas abordagens ecológicas deste trabalho, as armadilhas fotográficas possuem uma vantagem em relação aos dados de telemetria por indicar um resultado a nível populacional, já que leva em consideração muitos indivíduos da mesma população, enquanto que metodologias baseadas na telemetria inferem resultados a nível individual por resultar da amostragem de alguns poucos animais (Bridges et al.

2004). Deste modo, para espécies difíceis de capturar, as armadilhas fotográficas podem ser consideradas uma ferramenta eficiente no estudo de período de atividade.

5 IMPLICAÇÕES

Este trabalho buscou discutir e proporcionar uma visão ampla dos riscos e benefícios da utilização das armadilhas fotográficas como uma ferramenta alternativa à telemetria em locais onde a captura de animais para a colocação de colares GPS/VHF é pouco viável, visando contribuir para a aquisição de informações para espécies ecologicamente pouco conhecidas. Além disso, as consequências do estresse envolvido em um processo de captura podem ser graves, podendo ocasionar a morte de um animal (Mangini and Nicola 2003), o que é fortemente aplicável para os cervídeos, os quais sofrem de miopatia de captura (Dias 1997).

Neste caso, levando em consideração os pontos discutidos em relação às três abordagens ecológicas neste trabalho, as armadilhas fotográficas podem ser empregadas para as estimativas de área de vida, embora fatores como esforço amostral, área de amostragem e posicionamento dos equipamentos fotográficos estejam associados à uma estimativa mais robusta. A irregularidade de funcionamento das AF em habitats abertos e a menor probabilidade de detecção nestes ambientes são os principais fatores que se contrapõe ao seu uso em estudos com habitats tão heterogêneos. Por fim, a alta correlação dos registros fotográficos com o deslocamento efetuado pelos animais mostra a alta confiabilidade do uso das AF em estudos de atividade.

As discussões abordadas neste trabalho sobre as principais utilizações e restrições das armadilhas fotográficas em estudos ecológicos podem ser expandidas para outras espécies e em outros ambientes. Um bom planejamento do desenho experimental pode aumentar a confiabilidade das estimativas feitas pelas AF. Assim, o uso desta ferramenta pode proporcionar a geração de novas informações para espécies pouco conhecidas ecologicamente, o que, muitas vezes, é fundamental para proporcionar o planejamento de ações para planos de manejo e conservação eficientes. Isso é extremamente aplicável para muitas espécies evasivas florestais desconhecidas, como os cervídeos do gênero *Mazama*.

6 LITERATURA CITADA

- Agostinelli, C., and U. Lund. 2011. R package 'circular': Circular Statistic (version 0.4-3). URL <https://r-forge.r-project.org/projects/circular/>
- Antunes, V. S. 2012. Área de uso e seleção de habitats por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814) no Pantanal da Nhecolândia-MS Vinícius. Thesis, São Paulo University, Piracicaba, Brazil. [In Portuguese.]
- Azlan, J. M., and D. S. K. Sharma. 2006. The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Oryx* 40:36.
- Barrette, C. 1987. The comparative behavior and ecology of chevrotains, musk deer, and morphologically conservative deer. Pages 200–213 in C. M. Wemmer, editor. *Biology and management of the Cervidae*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Bridges, A. S., and A. J. Noss. 2011. Behavior and Activity Patterns. Pages 57–69 in A. F. O'Connell, J. D. Nichols, and K. U. Karanth, editors. *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer, New York.
- Bridges, A. S., M. R. Vaughan, and S. Klenzendorf. 2004. Seasonal variation in American black bear *Ursus americanus* activity patterns: quantification via remote photography. *Wildlife Biology* 10:277–284. <<Go to ISI>://000225991700005>.
- Calenge, C. 2006. The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516–519.
- Coulombe, M.-L., A. Masse, and S. D. Cote. 2006. Quantification and Accuracy of Activity Data Measured with VHF and GPS Telemetry. *Wildlife Society Bulletin* 34:81–92.
- Dias, J. L. C. 1997. Miopatia de captura. Pages 171–179 in J. M. B. Duarte, editor. *Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. FUNEP, Jaboticabal. [In Portuguese.]

- Di Bitetti, M. S., a. Paviolo, and C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* 270:153–163.
- Dillon, A., and M. J. Kelly. 2008. Ocelot home range, overlap and density: Comparing radio telemetry with camera trapping. *Journal of Zoology* 275:391–398.
- Duarte, J. M. B., and S. González. 2010. Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer. J. M. B. Duarte and S. González, editors. FUNEP/IUCN, Jaboticabal.
- Eisenberg, J. F., and K. H. Redford. 1999. Order Artiodactyla (Even-toed Ungulates). Pages 332–355 in 3, editor. *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Goulart, F., M. E. Graipel, M. Tortato, I. Ghizoni-Jr, L. G. Oliveira-Santos, and N. Cáceres. 2009. Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 4:137–143.
- Jammalamadaka, S. R., and A. SenGupta. 2001. *Topics in Circular Statistics*. V.5 edition. World Scientific Publishing Company, London.
- Karanth, K. U., J. D. Nichols, and L. C. Jr. 2003. Armadilhamento fotográfico de grandes felinos:algumas considerações importantes. Pages 343–380 in L. J. Cullen, R. Rudran, and C. Valladares-Padua, editors. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. UFPR, Curitiba.
- Karanth, K. U., J. D. Nichols, N. S. Kumar, and J. E. Hines. 2006. Assessing Tiger Population Dynamics. *Bulletin of the Ecological Society of America* 87:323–325.
- Kelly, M. J. 2008. Design, evaluate, refine: Camera trap studies for elusive species. *Animal Conservation* 11:182–184.
- Leeuwenberg, F., I. de O. Cabral, and S. L. Resende. 1999. Deer Specialist Group News 14–14.

- Löttker, P., A. Rummel, M. Traube, A. Stache, P. Šustr, J. Müller, and M. Heurich. 2009. New Possibilities of Observing Animal Behaviour from a Distance Using Activity Sensors in Gps-Collars: An Attempt to Calibrate Remotely Collected Activity Data with Direct Behavioural Observations in Red Deer *Cervus elaphus*. *Wildlife Biology* 15:425–434. <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.2981/08-014>>.
- Maffei, L., E. Cuellar, and A. Noss. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivias Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* 262:295–304. <<http://doi.wiley.com/10.1017/S0952836903004655>>.
- Mangini, P. R., and P. A. Nicola. 2003. Captura e marcação de animais silvestres. Pages 91–124 in L. Cullen-Jr, R. Rudran, and C. Valladares-Pádua, editors. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. UFPR, Curitiba. [In Portuguese.]
- Marques, S. R., and T. S. Santos-Junior. 2002. Mamíferos terrestres de médio e grande porte. Pages 153–177 in C. J. R. Alho, editor. *Monitoramento da fauna silvestre do APM Manso*. São Carlos: Furnas Centrais Elétricas. [In Portuguese.]
- Mohr, C. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist* 223–249.
- Oliveira-Santos, L. G. R., L. C. P. Machado-Filho, M. A. Tortato, and L. Brusius. 2010. Influence of extrinsic variables on activity and habitat selection of lowland tapirs (*Tapirus terrestris*) in the coastal sand plain shrub, southern Brazil. *Mammalian Biology* 75:219–226. Elsevier. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2009.05.006>>. [In Portuguese.]
- Oliveira-Santos, L. G. R., C. A. Zucco, and C. Agostinelli. 2013. Using conditional circular kernel density functions to test hypotheses on animal circadian activity. *Animal Behaviour* 85:269–280. Elsevier Ltd. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.09.033>>.
- Pinder, L. 1997. Niche Overlap Among Brown Brocket Deer, Pampas Deer, and Cattle in the Pantanal of Brazil. Dissertation, University of Florida, USA.

- Piovezan, U., C. A. Zucco, and F. L. Rocha. 2006. First report of darting to capture the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Deer Specialist group Newsletter 21:3–7.
- Ratter, J. A., A. Pott, V. Pott, C. N. Cunha, and M. Haridasan. 1988. Observations on woddy vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. Notes of the Royal Botanical Garden, Edinburg 45:503–526.
- R Development Core Team (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Ridout, M. S., and M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics 14:322–337. <<http://dx.doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>>.
- Rodela, L. G., J. P. De Queiroz Neto, and S. A. Santos. 2007. Classificação das pastagens nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, por meio de imagens de satélite. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 4187–4194. [In Portuguese.]
- Rodela, L. G. 2006. Unidades de Vegetação e Pastagens Nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. [In Portuguese.]
- Rovero, F., and A. R. Marshall. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. Journal of Applied Ecology 46:1011–1017.
- Royle, J. A., J. D. Nichols, K. U. Karanth, and A. M. Gopalaswamy. 2009. A hierarchical model for estimating density in camera-trap studies. 118–127.
- Silver, S. C., L. E. T. Ostro, L. K. Marsh, L. Maffei, A. J. Noss, M. J. Kelly, R. B. Wallace, H. Gomez, and G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture / recapture analysis. Oryx 38:1–7.

- Soriano, B. M. A., H. de Oliveira, J. B. Catto, J. A. C. Filho, S. Galdino, and S. M. de Salis. 1997. Plano de utilização da Fazenda Nhumirim. Séries - Embrapa Pantanal 21:72. [In Portuguese.]
- Srbek-Araujo, A. C., and A. G. Chiarello. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 21:121–125.
- Tingstrom, H. 2009. Moonphase 3.3 SH. Hogsby, Sweden.
- Tomas, W. M., and G. H. B. de Miranda. 2003. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. Pages 243–265 *in* L. C. Jr, R. Rudran, and C. Valladares-Padua, editors. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. UFPR, Curitiba. [In Portuguese.]
- Vogliotti, a. 2003. História Natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da Etnozoologia, Monitoramento Fotográfico e Rádio-Telemetria. Thesis, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil. [In Portuguese.]
- Wilson, D. E., and D. M. Reeder. 2005. Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference. Wilson, D. E., and D. M. Reeder Baltimore, editors. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

CAPÍTULO 2

PADRÃO DE ATIVIDADE E MOVIMENTAÇÃO DE *Mazama gouazoubira*, FISCHER 1814 (CERVIDAE, CETARTIODACTYLA)

RESUMO

Um dos grandes desafios em estudos do padrão de atividade e ecologia do movimento é descobrir como e por que os animais se comportam frente às situações impostas pelo ambiente em que vivem. O veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) encontra no Pantanal brasileiro uma paisagem singular com unidades de fitofisionomias dispostas em mosaico, onde o regime sazonal de cheia e seca altera a disponibilidade de recursos e, conseqüentemente, o consumo por parte da fauna silvestre. Utilizando modelos lineares mistos generalizados (GLMM) e características do movimento, este trabalho determinou os padrões de atividade e de movimentação do veado-catingueiro e testou os efeitos da temperatura, período do dia, tipos de hábitat e cheia/seca na modulação de tais padrões. A atividade medida por meio de acelerômetros mostrou ser influenciada pelo deslocamento ($r = 0.83$, $gl = 3301$, $p < 0,001$) e a análise GLMM mostrou maior atividade dos veados sob temperaturas menores e em períodos crepusculares. Juntamente com o padrão de movimentação acampado encontrado durante os períodos noturno e diurno, esses resultados sugerem a hipótese da adoção de estratégia para evitar estresse térmico e encontro com o predador de topo de cadeia alimentar, cujo período de atividade é noturno. O padrão acampado encontrado na floresta e no cerrado apontam ser importantes locais de descanso e abrigo. Por fim, os maiores deslocamentos observados no período de maior alagamento ($t = -8,5$, $gl = 3282$, $p < 0,001$) parecem ser explicados pela necessidade dos indivíduos acessarem as áreas de pastejo que restaram livres de água. Todos esses resultados sugerem a hipótese de ser estratégias comportamentais adotadas para minimizar os desafios das mudanças sazonais e dos riscos que o veado-catingueiro encontra na natureza.

Palavras-chave: Cervidae, telemetria, acelerômetros, estratégias comportamentais, Pantanal.

ABSTRACT

One of the biggest challenge of activity and movement patterns in ecological studies is to discovery how and why the animals behave facing situations imposed by the environment where they live. Brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) find in the Brazilian Pantanal a unique landscape with habitat units arranged in mosaic, where the flood and drought seasonal cycle change the availability and distribution resource. We used generalized linear mixed modelling (GLMM) and movement characteristics to determine brown brocket deer activity and movement patterns and we tested the effects of temperature, period of the day, habitats and flood/drought in the modulation of such patterns. The activity measure by accelerometers was influenced by displacement ($r = 0.83$, $df = 3301$, $p < 0.001$) and the GLMM showed that activity of the deer is higher at lower temperatures and in crepuscular periods. Together with the encamped movement pattern observed during the day and night periods, these results suggest the hypothesis of strategy adoption to prevent thermal stress and meeting with the main predator, which activity period is nocturnal. The encamped pattern found in forest and “cerrado” suggest that these are important resting and shelter habitats. Finally, the biggest distance travelled during the flooded season ($t = -8.5$, $df = 3282$, $p < 0.001$) may be explained by the necessity of accessing grazing areas that remain uncovered by the water. All this results suggest the hypothesis of behavioral strategies adopted to minimize the challenges of seasonal changes and the risks that the brown brocket deer finds in the nature.

Key-words: Cervidae, telemetry, accelerometers, behavioral strategies, Pantanal.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios dos estudos do padrão de atividade e ecologia do movimento é descobrir como e por que os animais se comportam frente às situações impostas pelo ambiente em que vivem. A modulação dos padrões de atividade de acordo com a necessidade do animal permite a exploração dos recursos de modo mais eficiente. Deste modo, algumas espécies podem alterar seu padrão de atividade em resposta aos desafios que lhes são impostos na natureza, tais como disponibilidade de alimento, pressão de predação, competição, caça e condições climáticas (Rivero et al. 2005; Di-Bitetti et al. 2008; Oliveira-Santos and Tizianel 2008; Tobler et al. 2009; Di Bitetti et al. 2010; Webb et al. 2010; Giné et al. 2012).

Do mesmo modo, os movimentos dos animais na natureza estão ligados à comportamentos como forrageio, reprodução, dispersão e à estrutura espacial da paisagem, podendo ser influenciados por fatores internos e/ou externos como sexo, fase reprodutiva, disponibilidade de alimento, fatores antrópicos, clima e interação interespecífica (Morales and Ellner 2002; Lusseau 2004; Webb et al. 2010; Baguette et al. 2014). Por essas razões, a movimentação animal relaciona-se à uma complexidade de características ecológicas e propicia o teste de uma grande variedade de hipóteses relacionadas à biologia dos animais (Calenge et al. 2009).

Neste contexto, os recursos tecnológicos recentes têm colocado a telemetria como uma importante ferramenta para a aquisição de dados sobre a atividade e movimentação animal, especialmente em estudos com espécies elusivas ou de hábitos noturnos, cujo monitoramento por meio da observação direta é geralmente inviável (Jacob and Rudran 2003). Assim, sensores de atividade (acelerômetros) e a coleta de pontos geográficos em conjunto com dados de variáveis externas de modo sistemático permitem aos pesquisadores executarem análises mais robustas e obterem respostas confiáveis a partir de informações refinadas sobre a atividade e movimentação de animais na paisagem (Morales and Ellner 2002; Adrados et al. 2003; Morales et al. 2004; Kolbe and Squires 2007; Fryxell et al. 2008; Calenge et al. 2009; Löttker et al. 2009; Webb et al. 2010).

O veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814) é um cervídeo de pequeno a médio porte que está distribuído em cinco países da América do Sul: Brasil, Uruguai, Argentina, Paraguai e Bolívia (Black-Décima et al. 2010), onde ocupa uma grande variedade de ambientes (Pinder and Leeuwenberg 1997). Por se tratar de uma

espécie elusiva e difícil captura, os dados ecológicos com o veado-catingueiro em vida livre estão praticamente restritos à estudos com armadilhas fotográficas ou à um baixo número amostral por telemetria (Barrientos and Maffei 1999; Leeuwenberg et al. 1999; Vogliotti 2003, 2008; Rivero et al. 2005; Oliveira-Santos 2009; Tobler et al. 2009; Ferreguetti et al. 2015; Rodrigues 2015).

Distintos períodos de atividade têm sido encontrados para o veado-catingueiro na literatura. Picos de atividade diurna, noturna e catemeral foram observados em muitos locais (Barrientos and Maffei 1999; Leeuwenberg et al. 1999; Maffei et al. 2002; Ferreguetti et al. 2015; Rodrigues 2015), enquanto outros estudos apontam que a modulação dos períodos de atividade da espécie em simpatria com outros cervídeos pode ser uma estratégia para evitar a competição interespecífica (Rivero et al. 2005; Tobler et al. 2009; Ferreguetti et al. 2015). A espécie apresenta, ainda, uma grande plasticidade ecológica, se adaptando bem à ambientes antropizados (Leeuwenberg et al. 1999; Vogliotti 2003; Rodrigues et al. 2014; Rodrigues 2015), sendo também encontrados em habitats fechados (Pinder 1997; Leeuwenberg et al. 1999; Oliveira-Santos 2009), os quais são apontados como importantes locais de descanso, abrigo e refúgio para a espécie contra predadores (Pinder 1997; Black-Décima et al. 2010; Rodrigues et al. 2014).

No Pantanal brasileiro, no entanto, Antunes (2012) encontrou uma forte relação do veado-catingueiro com áreas abertas como os campos e bordas de baías, sugerindo ser importantes locais para a obtenção de recursos forrageiros. Neste bioma, o veado-catingueiro encontra uma paisagem singular com unidades de fitofisionomias dispostas em mosaico (Ratter et al. 1988; Rodela et al. 2007), onde o regime sazonal de cheia e seca altera a disponibilidade de recursos em consequência do alagamento nas bordas das baías e nos campos. Tal ciclo sazonal das águas altera o consumo por parte da fauna silvestre em cada momento do ano (Rodela et al. 2007), tornando a região uma excelente localidade para estudos comportamentais de atividade e movimentação animal em resposta às alterações ambientais.

Os objetivos deste trabalho foram determinar os padrões de atividade e de movimentação do veado-catingueiro no Pantanal e testar os efeitos da temperatura, período do dia, tipos de habitat e ciclo cheia/seca na modulação de tais padrões.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Nhumirim/EMBRAPA (18°59'18.58"S; 56°37'9.81"W), localizada na cidade de Corumbá-MS, Brasil, situada na região conhecida como Nhecolândia (Figura 1). A região possui clima tropical com temperatura média anual de 25,5°C e máximas que ultrapassam 40°C, com um período chuvoso e seco de novembro à março e de abril à outubro, respectivamente (Soriano et al. 1997). A distribuição da vegetação da região é singular, com unidades de vegetação dispostas em mosaico, onde, especialmente nas partes mais baixas do relevo, há uma grande diversidade de espécies forrageiras que constituem a principal fonte de alimento para os grandes herbívoros silvestres (Rodela et al. 2007). As áreas mais elevadas da região são compostas principalmente de florestas estacionais semidecíduais, enquanto que nas áreas mais baixas predominam as fitofisionomias de savana aberta (Ratter et al. 1988).

2.2 CAPTURA DOS ANIMAIS

Os animais amostrados foram capturados no mês de julho de 2011 com técnica semelhante à utilizada para a captura do veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*) (Piovezan et al. 2006). No total, seis animais (duas fêmeas – F1 e F2 e quatro machos – M1, M2, M4 e M5) foram sedados por um dardo contendo uma solução de 30 mg de Cloridrato de Xylazina (Rompun®, Bayer S.A., São Paulo/Brasil) e 200 mg de Cloridrato de Cetamina (Vetaset®, Fort Dodge Animal Health, Fort Dodge/USA) lançado por uma arma a gás pressurizado (DANINJECT®, Børkop, Dinamarca). Os dardos foram equipados com um transmissor VHF no seu interior para uma posterior busca e resgate do animal dentro da mata após ser alvejado.

Os animais capturados tiveram suas medidas biométricas registradas e material biológico coletado e armazenado em laboratório. Os animais foram marcados com brincos do tipo ovino e colares radiotransmissores contendo GPS (LOTEK Wireless® 6000SL, Ontario, Canadá). Logo após os procedimentos de captura, os animais foram acompanhados até seu completo retorno anestésico e monitorados com o uso de receptor de VHF (TR2 - TELONICS®, Inc., Mesa, AZ, USA) diariamente

nos 20 dias posteriores para acompanhar o estado físico ou alguma possível rejeição ao colar. Todos os procedimentos de captura foram aprovados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA/MMA (SISBIO/10636-1).

2.3 PERÍODOS DO DIA

Quatro períodos do dia foram considerados neste trabalho: Amanhecer, Dia, Anoitecer e Noite, todos classificados de acordo com os horários de nascer e pôr do sol. Os períodos crepusculares (Amanhecer e Anoitecer) foram considerados como os intervalos entre uma hora antes e uma hora depois do nascer e pôr do sol, respectivamente, enquanto Dia foi definido como o período entre Amanhecer e Anoitecer e Noite o período entre Anoitecer e Amanhecer. Os horários de nascer e pôr do sol foram extraídos do software Moonphase 3.3 SH (Tingstrom 2009).

2.4 TIPOS DE HÁBITATS

Cinco tipos de habitats foram considerados para a análise com base na classificação de (Rodela 2006), adaptado por (Antunes 2012) na mesma área de estudo (Figura 1). Sucintamente, os cinco habitats se caracterizam por: Floresta, formada por cerradões e matas estacionais semidecíduais compostas por árvores que chegam a 17 metros e muitas vezes circundadas por caraguatá (*Bromelia balansae*); Cerrado, composto por arbustos tortuosos e árvores de baixo porte com estrato herbáceo graminoide aparente; Campo Cerrado, situado na transição entre Cerrado e Campo, formado por tapetes de gramínea pontuados por arbustos tortuosos mais ou menos agrupados; Campo, onde predomina áreas abertas com poucos arbustos espaçados; e Baía (Lagoas), que são lagoas e salinas perenes de baixa profundidade e que na seca são dominadas por vegetação pioneira. As informações espaciais da classificação dos pontos GPS quanto ao tipo de habitat foram extraídas pelo programa ArcView® Gis versão 10.1 (Environmental Systems Research Institute, Inc.).

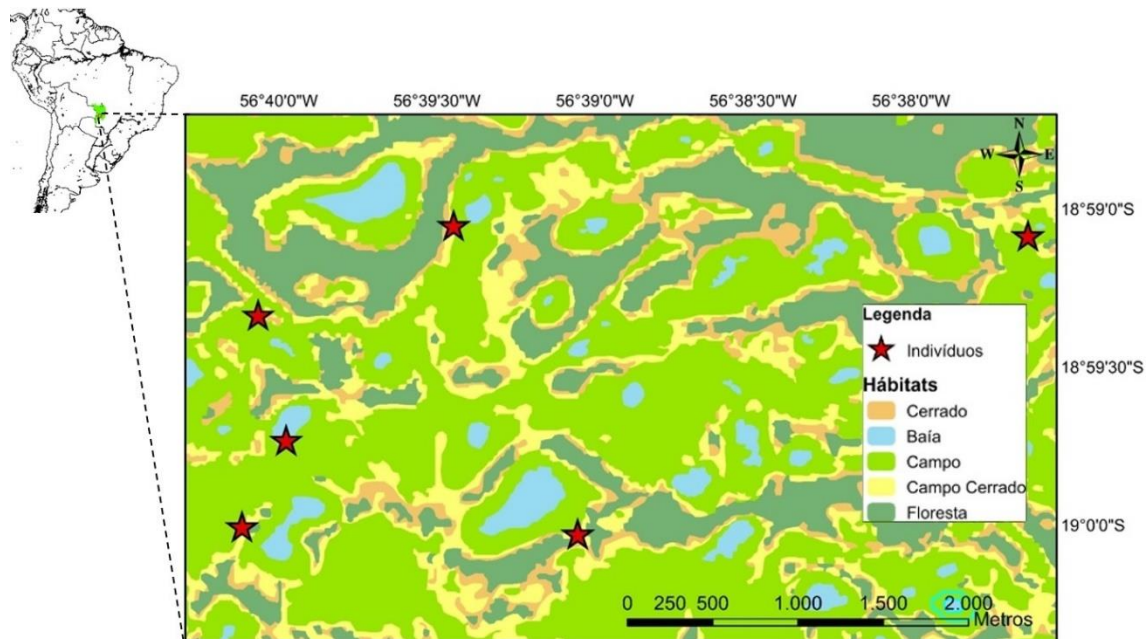


Figura 1. Local de estudo com destaque do bioma Pantanal, pontos de captura (estrelas) dos veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados e distribuição espacial dos habitats.

2.5 COLETA DOS DADOS

As informações relativas à atividade foram coletadas através das distâncias percorridas ao longo do dia e por meio de sensores de movimentos “acelerômetros” dispostos nos colares nos eixos X e Y, os quais medem, respectivamente, a aceleração de movimentos longitudinais e perpendiculares ao pescoço do animal. A atividade por acelerômetros foi medida simultaneamente quatro vezes por segundo em cada eixo como a diferença da aceleração entre duas medidas consecutivas, sendo o valor fornecido em uma amplitude de 0 à 255. Todos os dados dos acelerômetros foram armazenados nos colares GPS em intervalos de 5 minutos durante o período de agosto de 2011 à outubro de 2012, juntamente com as informações de data, hora e temperatura. Em relação ao padrão de movimentação da espécie, todos os colares coletaram pontos geográficos a cada 15 minutos durante 72 horas em duas fases: nos dias 15, 16 e 17 de setembro de 2011 e nos dias 24, 25 e 26 de março de 2012, sendo estes os períodos de cheia e seca, respectivamente. Ao final de todo o período de coleta de dados, os colares se desprenderam dos animais por meio do sistema de queda remota (*drop-off*), sendo posteriormente recuperados

no campo através do sinal VHF para acessar os dados GPS armazenados nos colares.

2.6 ANÁLISE DOS DADOS

A atividade estimada por meio dos acelerômetros considerou a soma dos dois vetores ($z = \sqrt{x^2 + y^2}$) como variável resposta em virtude da forte correlação que os dois eixos apresentaram ($r = 0.92$, $p < 0,001$). A análise da atividade foi realizada por meio de modelos lineares mistos generalizados (glmm) binomial (Zuur et al. 2009). A variável resposta “Atividade” considerou os indivíduos como “inativos” e “ativos” quando as somas dos vetores (z) corresponderam valores igual ou maior à zero, respectivamente. O modelo inicial teve como efeitos fixos as variáveis preditoras “Período” e “Temperatura”. Para este teste, os períodos Amanhecer e Anoitecer foram agrupados como “Crepuscular”. O indivíduo foi considerado como fator aleatório. Para evitar autocorrelação temporal os dados foram utilizados em intervalos de 13 horas.

A atividade em relação às distâncias percorridas foi analisada por meio do teste de Rao (Jammalamadaka and SenGupta 2001), a fim de observar se o deslocamento do veado-catingueiro segue um padrão catemeral nas duas fases de coleta (setembro/2011 e março/2012), ou seja, se está distribuído uniformemente ao longo do dia.

Com relação a movimentação, os dados foram analisados com base nos valores das medianas (md) das distâncias percorridas (metros) e dos ângulos de virada (radianos) através da sequência de tomada de pontos GPS a cada 15 minutos. Os padrões de movimentação foram classificados como “acampados” e “exploratórios”, caracterizados pelos maiores ângulos de virada com menores deslocamentos e menores ângulos de virada com maiores deslocamentos, respectivamente (Morales et al. 2004; Fryxell et al. 2008). Tais padrões foram classificados em relação aos períodos do dia, enquanto que para o tipo de hábitat foi considerado apenas os ângulos de virada. O teste de correlação de Pearson foi realizado para testar se existe relação do deslocamento com a atividade medida por acelerômetros. Por fim, o teste *t-Student* foi aplicado para observar se houve diferença nas distâncias percorridas entre os regimes de coleta de dados de setembro de 2011 e março de 2012, sendo os valores logaritimizados para atender as premissas do teste.

Os testes de Rao dos deslocamentos foram analisados no programa Oriana versão 4.0, enquanto que todas as outras análises foram realizadas no software R 2.12.1 (R Development Core Team 2010). A análise de modelos lineares mistos generalizados foi realizada pela função `lmer()` do pacote `lme4` (Bates et al. 2011) e a seleção e validação do modelo foi feita pela função `drop1()` e pela análise gráfica dos resíduos de Pearson (Zuur et al. 2009). Os dados de ângulos de virada e distâncias entre localizações sucessivas foram analisados por meio da função `as.ltraj()` do pacote `adehabitatLT` (Calenge 2006). O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

O modelo que melhor explicou a atividade medida por acelerômetros incluiu a temperatura e os períodos do dia (Tabela 1). Assim, o veado-catingueiro no Pantanal possui maior atividade no período crepuscular e sob menores temperaturas, enquanto que a menor atividade é encontrada durante o período noturno.

Tabela 1. Valores dos resultados do modelo linear misto generalizado (GLMM) para a atividade do veado-catingueiro no Pantanal medida por meio de acelerômetros.

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro padrão	z	p
Intercepto (Crepuscular)	0,738	0,274	2,70	0,007*
Temperatura	-0,022	0,009	-2,54	0,011*
PeríodoDia	0,175	0,101	1,74	0,08
PeríodoNoite	-0,305	0,089	-3,43	0,0006*

*p significativo (< 0.05)

Os maiores ângulos de virada foram encontrados na Floresta (md = 1,9) e no Cerrado (md = 1,8), seguidos pelos habitats Campo Cerrado (md = 1,5), Campo (md = 1,4) e Baía (md = 1,3). Com relação aos períodos, os menores ângulos foram encontrados nos períodos crepusculares Amanhecer e Anoitecer (md = 1,4 e 1,3, respectivamente), enquanto que Noite (md = 1,8) e Dia (md = 1,6) apresentaram os maiores valores (Figura 3).

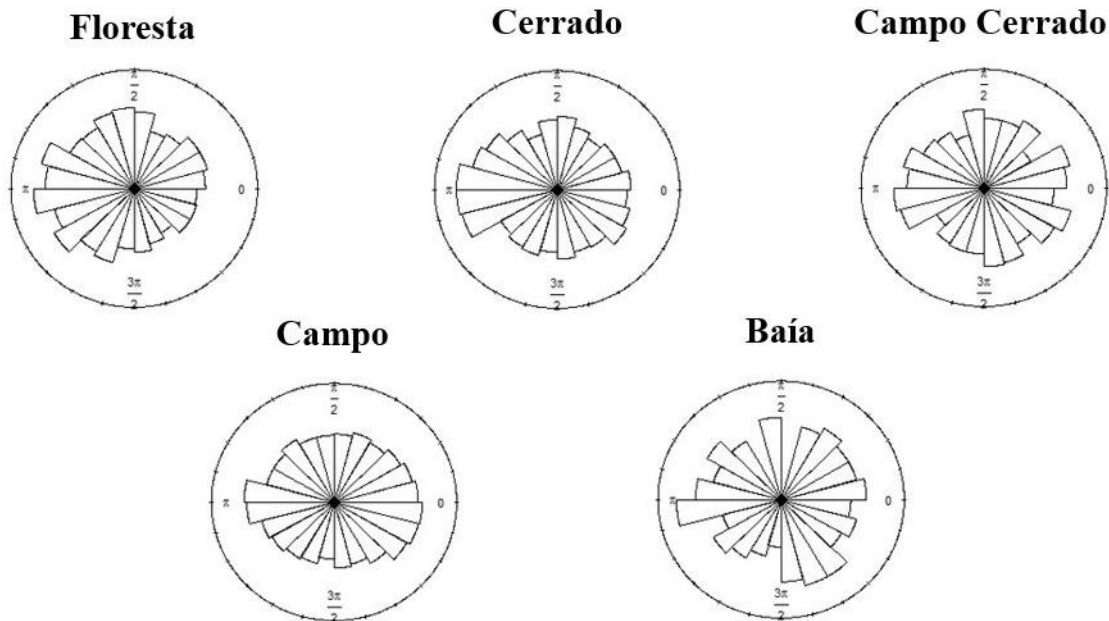


Figura 2. Histogramas circulares dos ângulos de virada (em radianos) das trajetórias de veados-catingueiro nos diferentes habitats do Pantanal.

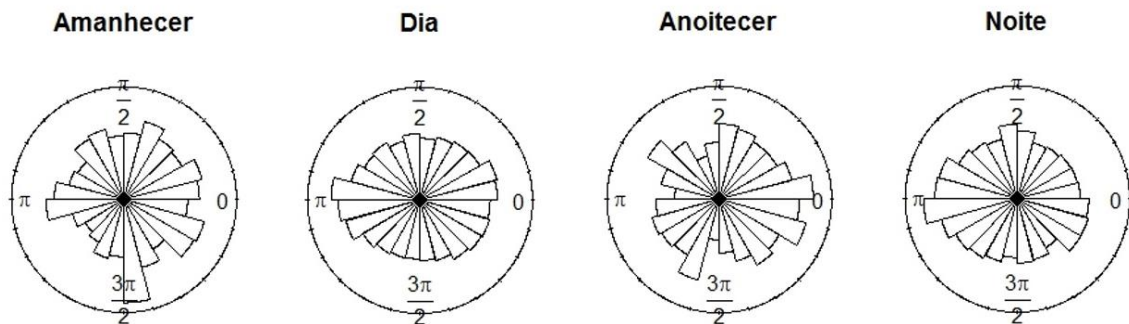


Figura 3. Histogramas circulares dos ângulos de virada (em radianos) das trajetórias de veados-catingueiro no Pantanal nos quatro períodos do dia.

As maiores distâncias percorridas foram realizadas nos períodos crepusculares Amanhecer e Anoitecer ($md = 26,6$ e $17,8$, respectivamente) em relação ao Dia e à Noite ($md = 12,5$ e $9,6$, respectivamente). Todos os indivíduos percorreram maiores distâncias no regime de coleta de dados de setembro de 2011 em relação à março de 2012 (Figura 4, $t = -8,2$, $gl = 3282$, $p < 0,001$), com picos bimodais nos perfis de atividade diária nas duas fases (Figura 5, Teste de Rao, set/2011: $U = 357,69$, $p < 0,01$; mar/2012: $U = 355,86$, $p < 0,01$). Por fim, a atividade por acelerômetros mostrou-

se positivamente correlacionada com a distância percorrida pelos indivíduos (teste de Pearson, $r = 0,83$; $gl = 3301$; $p < 0,001$).

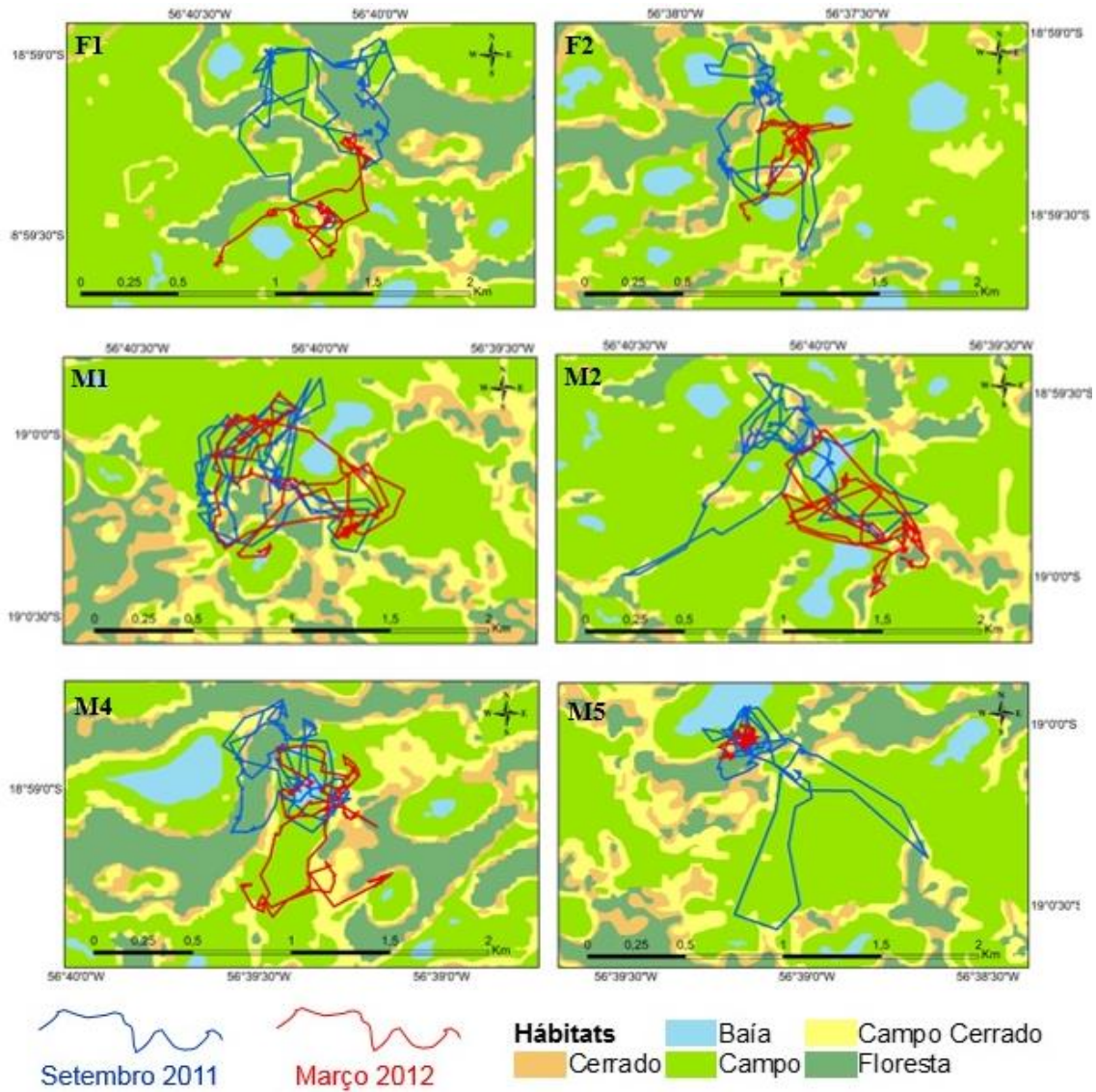


Figura 4. Trajetos dos seis indivíduos de *Mazama gouazoubira* monitorados nas fases de cheia (setembro 2011) e seca (março 2012) no Pantanal, Brasil.

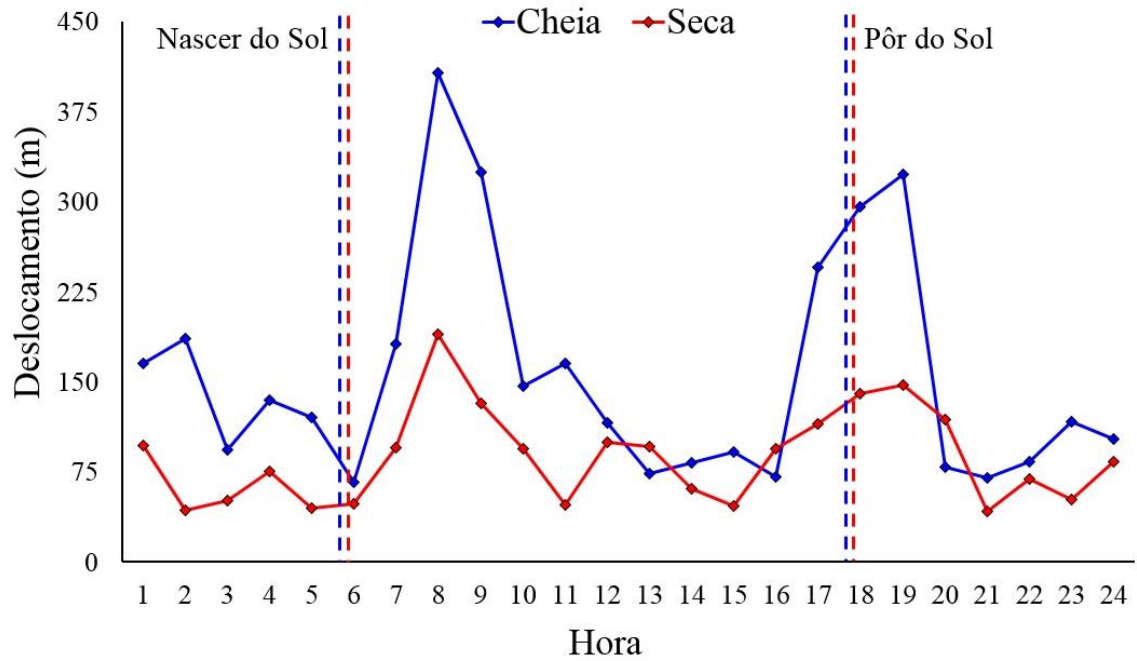


Figura 5. Deslocamento médio por hora (linhas contínuas) dos seis veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) monitorados no Pantanal nas fases de setembro de 2011 (Cheia) e março de 2012 (Seca). As linhas verticais tracejadas correspondem aos horários de nascer e pôr do sol nas duas fases de coleta de dados.

4 DISCUSSÃO

Este trabalho é o primeiro a retratar a atividade e movimentação de veado-catingueiro através de dados de acelerômetros e características dos trajetos desenvolvidos. Até então, dados de atividade para a espécie têm sido explorados quase em sua totalidade apenas por meio de análises das frequências de registros fotográficos em diferentes horários (Barrientos and Maffei 1999; Rivero et al. 2005; Oliveira-Santos 2009; Tobler et al. 2009; Ferregueti et al. 2015; Rodrigues 2015). Isso de fato é reflexo do grande desafio para a captura de indivíduos dessa espécie. Os comportamentos tímido e evasivo aliados à forte relação com habitats de vegetação densa (Pinder 1997; Leeuwenberg et al. 1999; Desbiez et al. 2009; Oliveira-Santos 2009) são os principais fatores responsáveis pela escassez de dados ecológicos, sendo as poucas informações existentes com estudos de telemetria em vida livre frutos de capturas oportunistas, como em enchimento de reservatórios pelas hidrelétricas ou quando são perseguidos por cães (Marques and Santos-Junior 2002; Vogliotti 2003).

A tecnologia dos sensores de movimento possibilita quantificar a atividade de animais, especialmente para espécies difíceis de observar na natureza (Coulombe et al. 2006). Sensores de atividade frequentemente permitem somente distinguir indivíduos ativos de inativos, enquanto que a identificação do comportamento depende da visualização do animal (Zucco 2014). A correlação positiva observada entre a distância percorrida e a atividade por acelerômetros sugere que estes são sensíveis ao movimento de deslocamento do animal, muito embora outras atividades, como movimentos verticais do pescoço em virtude de forrageio, possam estar atrelados ao deslocamento. Neste contexto, embora alguns trabalhos associem os valores dos eixos de acelerômetros às categorias comportamentais específicas como forrageio, descanso e deslocamento, outros estudos falham em detectar tais relações e fornecem informações obtidas pelos dispositivos em uma escala mais ampla de atividade, ou seja, como ativo ou inativo (Adrados et al. 2003; Coulombe et al. 2006; Gervasi et al. 2006; Kolbe and Squires 2007; Löttker et al. 2009; Rinaldi 2014).

A análise de modelos lineares mistos generalizados dos sensores de movimentos atribui à temperatura e ao período do dia como fatores influentes sobre a atividade do veado-catingueiro (Tabela 1). Assim, existe maior atividade dos indivíduos durante os períodos crepusculares em relação aos demais períodos. Isso

também foi observado pelo teste de Rao em relação aos deslocamentos que demonstrou que a espécie não exibe uma atividade catemeral. No entanto, embora esta seja geralmente rara no reino animal (Halle 2006), um estudo recente observou atividade catemeral para o veado-catingueiro na Mata Atlântica (Rodrigues 2015), enquanto outros apontam picos de atividades noturna e diurna (Barrientos and Maffei 1999; Leeuwenberg et al. 1999; Maffei et al. 2002; Rivero et al. 2005; Tobler et al. 2009; Ferreguetti et al. 2015).

A modulação da atividade também tem sido sugerida para o veado-catingueiro. O período de atividade diurno tem sido encontrado para a espécie em simpatria com o veado-mateiro (*Mazama americana*), cujo período noturno de atividade sugere ser uma estratégia para evitar a competição interespecífica (Rivero et al. 2005; Tobler et al. 2009; Ferreguetti et al. 2015). Tal estratégia também foi sugerida para o veado-mateiro em simpatria com o veado-mão-curta, *Mazama nana* (Di-Bitetti et al. 2008). Além disso, esses autores observaram que as espécies exibem períodos de atividade distintos em locais com diferentes níveis de proteção à caça, sugerindo que as duas espécies possam ajustar suas atividades em resposta à pressão de caça local, o que pode facilitar a coexistência de ambas. Tais variações do período de atividade encontradas na literatura sugerem que a espécie possa ajustar sua atividade de acordo com os desafios impostos no ambiente, permitindo direcionar suas atividades em períodos que ofereçam menos riscos (predadores, competidores etc) e, conseqüentemente, favorecendo a coexistência com outras espécies.

Em relação à influência de fatores externos, muitas outras variáveis ambientais como a disponibilidade de alimento, precipitação, velocidade do vento, luminosidade noturna (fase lunar), radiação solar e temperatura têm se mostrado influentes para muitas espécies em vida livre (Kilduff and Dube 1979; Fernandez-Duque 2003; Martins et al. 2003; Oliveira-Santos and Tizianel 2008; Oliveira-Santos et al. 2010; Harmsen et al. 2011; Giné et al. 2012; Rinaldi 2014). Neste trabalho, a relação negativa da temperatura com a atividade do veado-catingueiro pode ser explicada pelas altas temperaturas da região. No Pantanal, onde as temperaturas máximas ultrapassam 40°C (Soriano et al. 1997), o veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*) exibiu um perfil bimodal de atividade, com menor atividade durante o meio-dia e picos mais conspícuos no amanhecer e início da manhã em dias mais

quentes, sugerindo ser uma estratégia para evitar condições de temperaturas extremas (Zucco 2014).

Neste contexto, de acordo com os menores ângulos de virada e maiores deslocamentos encontrados no crepúsculo, o veado-catingueiro exibiu um padrão exploratório neste período. Como discutido anteriormente em relação à atividade, os menores deslocamentos encontrados durante o Dia podem ser considerados como uma estratégia comportamental para evitar um possível estresse fisiológico decorrente da exposição solar e da alta temperatura. O efeito da temperatura sobre a movimentação e padrão de atividade foi mostrado para outras espécies de cervídeos em vida livre, como o veado-vermelho (*Cervus elaphus*), o veado-de-cauda-branca (*Odocoileus virginianus*) e o veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*) (Pépin et al. 2009; Webb et al. 2010; Zucco 2014). Em cervos-do-Pantanal (*Blastocerus dichotomus*), a temperatura mostrou ser o principal fator influente no padrão de atividade, sendo também a pressão de predação uma variável importante na modulação da atividade da espécie (Lehndal 2008).

De fato, a pressão por predação mostra ter um efeito importante no padrão de atividade dos animais (Halle and Stenseth 2000). Na região do presente estudo, evidências da predação de veados pela onça-parda (*Puma concolor*) têm sido relatadas recentemente (Antunes 2012; Zucco 2014). Assim, aumentar a atividade em períodos noturnos a fim de evitar temperaturas extremas para minimizar o estresse térmico pode, no entanto, aumentar as chances de encontro com a onça-parda, cujo período de atividade é noturno (Oliveira-Santos et al. 2012; Foster et al. 2013). Dentro deste contexto, Webb et al. (2010) supõem que os movimentos crepusculares do veado-de-cauda-branca são uma estratégia para maximizar a termorregulação e minimizar o risco de predação. Deste modo, as atividades baseadas nos acelerômetros e deslocamentos do veado-catingueiro deste trabalho, concentradas nos períodos crepusculares, sugerem a hipótese de uma estratégia para minimizar os efeitos das temperaturas extremas durante o Dia e um comportamento anti-predatório para diminuir as chances de encontro com o predador de topo de cadeia da região durante a Noite.

Os maiores ângulos de virada encontrados nos habitats mais fechados (Cerrado e Floresta) mostram um padrão acampado nesses ambientes. A relação do veado-catingueiro com fitofisionomias mais fechadas foi observada em estudos no Cerrado e, principalmente, no Pantanal (Desbiez et al. 2009; Oliveira-Santos 2009;

Antunes 2012). A utilização desses habitats é apontada como sendo de grande importância para a espécie, uma vez que podem servir como locais de descanso, abrigo e refúgio contra predadores (Pinder 1997; Black-Décima et al. 2010; Rodrigues et al. 2014). Por outro lado, os menores ângulos nos habitats mais abertos sugerem um padrão exploratório. O comportamento de alimentação nas primeiras horas da manhã e ao final da tarde nos campos próximos às bordas das baías (Antunes 2012) corrobora o padrão exploratório nos períodos crepusculares encontrados neste trabalho, o que pode estar atrelado à importância desses ambientes para a exploração e obtenção de recursos forrageiros pelos indivíduos da espécie (Antunes 2012). Assim, os padrões exploratórios observados nos períodos crepusculares e acampados nos habitats Floresta e Cerrado, assim como discutido em relação à atividade, sugerem a hipótese de estratégias comportamentais que minimizam o estresse térmico e o risco de predação por evitar, respectivamente, a exposição durante o Dia e a Noite, atribuindo aos habitats mais fechados importantes locais de abrigo e refúgio contra tais riscos.

Em relação às fases de coleta de dados, as maiores distâncias foram percorridas no mês de setembro de 2011, quando a região estava com um grande acúmulo de água em virtude do grande volume de precipitação dos meses anteriores. Embora o regime de precipitação tenha uma divisão nítida durante o ano, com um período chuvoso de novembro até março e um período de estiagem de abril à outubro (Soriano et al. 1997), o período de coleta de dados do presente trabalho foi completamente atípico. Isso foi notado pelos pesquisadores de campo, que observaram um período de cheia prolongada até setembro/2011 com diminuição progressiva das áreas alagadas em março de 2012. Essas inundações periódicas na região do presente estudo imprimem características variáveis nos ambientes ao longo do tempo e espaço, influenciando diferentemente as fitofisionomias e, consequentemente, a disponibilidade de pastagens, as quais determinam o consumo por parte da fauna silvestre em cada momento do ano (Rodela et al. 2007). Assim, a disponibilidade do alimento moldada pelo movimento sazonal das águas pode ser o fator responsável pela diferença do deslocamento encontrada nas duas fases de coleta de dados.

Variação na área de uso foram verificadas para a espécie na Mata Atlântica, o que pode ser explicada pelas diferenças da abundância e distribuição espacial de alimentos e abrigos entre estações (Vogliotti 2003). No Cerrado, o veado-campeiro

apresentou maiores áreas de vida na estação chuvosa em relação à estação seca (Leeuwenberg et al. 1997), enquanto que em outro estudo a mesma espécie apresentou áreas de vida semelhante nas duas estações, mas com deslocamento maior durante a estação chuvosa possivelmente em virtude da disponibilidade de alimento em melhores locais de forrageio (Rodrigues and Monteiro-Filho 2000). Nessa perspectiva, o oposto parece moldar o deslocamento do veado-catingueiro neste estudo, pois o relevo do Pantanal sugere que o maior deslocamento na fase cheia não seja consequência da maior disponibilidade de alimento, mas sim em virtude do alagamento das regiões mais baixas que coincidem com bordas de baías e campos que são importantes para o forrageio dos animais. Dessa forma, apesar da maior produtividade primária esperada durante a estação chuvosa, o consequente alagamento aumenta a necessidade de deslocamento dos indivíduos para acessar as áreas de pastejo que restaram livres de água.

Como conclusão, o presente trabalho mostra que o veado-catingueiro no Pantanal é mais ativo no crepúsculo do que nos demais períodos, sendo, ainda, influenciado negativamente pelo aumento da temperatura. O padrão de movimentação dos veados também diferiu nos diferentes períodos, havendo um padrão exploratório nos períodos crepusculares, enquanto que o modo acampado, caracterizado pelos menores deslocamentos com maiores ângulos de virada, foi mais acentuado nos períodos diurno e noturno. Além disso, a relação positiva do padrão acampado com os habitats mais fechados sugere a importância destes como locais de abrigo. Por fim, as maiores distâncias percorridas na fase de cheia do Pantanal sugerem uma maior exploração por recursos em virtude da menor disponibilidade relativa de recursos nesta fase como consequência do alagamento temporário das partes mais baixa do relevo coincidentes com áreas de pastagens.

5 LITERATURA CITADA

- ADRADOS, C., H. VERHEYDEN-TIXIER, B. CARGNELUTTI, D. PÉPIN AND G. JANEAU. 2003. GPS Approach to Study Fine-Scale Site Use by Wild Red Deer during Active and Inactive Behaviors. *Wildlife Society Bulletin* 31:544–552.
- ANTUNES, V. S. 2012. Área de uso e seleção de habitats por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814) no Pantanal da Nhecolândia-MS Vinícius. Thesis, São Paulo University, Piracicaba, Brazil.
- BAGUETTE, M., V. M. STEVENS AND J. CLOBERT. 2014. The pros and cons of applying the movement ecology paradigm for studying animal dispersal. *Movement Ecology* 2:13.
- BARRIENTOS, J. AND L. MAFFEI. 1999. Radio-telemetría en la urina *Mazama gouazoubira* en el campamento Cerro Cortado, Izozog, Santa Cruz, Bolivia. *Resúmenes de investigaciones - Proyecto Kaa-Iya-CABI/WCS*:369–371.
- BATTES, D., M. MAECHER AND B. BOLKER. 2011. lme4: Linear mixed-effects models using s4 classes. R package version 0.999375-42. <http://cran.r-project.org/package=lme4>
- BLACK-DÉCIMA, P. ET AL. 2010. Brown Brocket Deer *Mazama gouazoubira* (Fischer 1814). Pp. 190–201 in *Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer* (J. M. B. Duarte & S. González, eds.). FUNEP, Jaboticabal.
- CALENGE, C. 2006. The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516–519.
- CALENGE, C., S. DRAY AND M. ROYER-CARENZI. 2009. The concept of animals' trajectories from a data analysis perspective. *Ecological Informatics* 4:34–41.
- COULOMBE, M.-L., A. MASSE AND S. D. COTE. 2006. Quantification and Accuracy of Activity Data Measured with VHF and GPS Telemetry. *Wildlife Society Bulletin* 34:81–92.
- DESBIEZ, A. L. J., S. A. SANTOS AND W. M. TOMAS. 2009. Habitat partitioning and biomass of four species in the central region of the Brazilian Pantanal. *Deer Specialist group News*:8–16.
- DI-BITETTI, M. S., A. PAVIOLO, C. A. FERRARI, C. DE ANGELO AND Y. DI BLANCO. 2008. Differential responses to hunting in two sympatric species of brocket deer (*Mazama americana* and *M. nana*). *Biotropica* 40:636–645.
- DI BITETTI, M. S., C. D. DE ANGELO, Y. E. DI BLANCO AND A. PAVIOLO. 2010. Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica* 36:403–412.

- FERNANDEZ-DUQUE, E. 2003. Influences of moonlight, ambient temperature, and food availability on the diurnal and nocturnal activity of owl monkeys (*Aotus azarae*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54:431–440.
- FERREGUETTI, Á. C., W. M. TOMÁS AND H. G. BERGALLO. 2015. Density, occupancy, and activity pattern of two sympatric deer (*Mazama*) in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Mammalogy* 96:1245–1254.
- FOSTER, V. C. ET AL. 2013. Jaguar and Puma activity patterns and predator-prey interactions in four brazilian biomes. *Biotropica* 45:373–379.
- FRYXELL, J. M. ET AL. 2008. Multiple movement modes by large herbivores at multiple spatiotemporal scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105:19114–9.
- GERVASI, V., S. BRUNBERG AND J. O. N. E. SWENSON. 2006. An Individual-Based Method to Measure Animal Activity Levels: A Test on Brown Bears. *Wildlife Society Bulletin* 34:1314–1319.
- GINÉ, G. A. F., J. M. B. DUARTE, T. C. S. MOTTA AND D. FARIA. 2012. Activity, movement and secretive behavior of a threatened arboreal folivore, the thin-spined porcupine, in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. *Journal of Zoology* 286:131–139.
- HALLE, S. 2006. Polyphasic activity patterns in small mammals. *Folia Primatologica* 77:15–26.
- HALLE, S. AND N. C. STENSETH. 2000. *Activity Patterns in Small Mammals: an ecological approach*. 1st edition. Springer, Berlin.
- HARMSSEN, B. J., R. J. FOSTER, S. C. SILVER, L. E. T. OSTRO AND C. P. DONCASTER. 2011. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology* 76:320–324.
- JACOB, A. A. AND R. RUDRAN. 2003. Radiotelemetria em estudos populacionais. Pp. 285–342 in *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (L. C. Jr, R. Rudran & C. Valladares-Padua, eds.). UFPR, Curitiba.
- JAMMALAMADAKA, S. R. AND A. SENGUPTA. 2001. Topics in Circular Statistics. P. 336 in. V.5 edition. World Scientific Publishing Company, London.
- KILDUFF, T. S. AND M. G. DUBE. 1979. The Effects of Seasonal Photoperiods on Activity of Cotton Rats and Rice Rats. *Journal of Mammalogy* 60:169–176.
- KOLBE, J. A. AND J. R. SQUIRES. 2007. Circadian Activity Patterns of Canada Lynx in Western Montana. *Journal of Wildlife Management* 71:1607–1611.
- LEEUEWENBERG, F., I. DE O. CABRAL AND S. L. RESENDE. 1999. Deer Specialist Group News:14–14.

- LEEUEWENBERG, L. S., S. LARA-RESENDE, F. H. G. RODRIGUES AND M. X. A. BEZERRIL. 1997. Home range, activity and habitat use of the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus* L. 1758, Artiodactyla, Cervidae) in the Brazilian Cerrado. *Mammalia*:487–495.
- LEHNDAL, L. 2008. Activity patterns , diurnal and nocturnal behaviour of the marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in the Jataí Ecological Station , Brazil.
- LÖTTKER, P. ET AL. 2009. New Possibilities of Observing Animal Behaviour from a Distance Using Activity Sensors in Gps-Collars: An Attempt to Calibrate Remotely Collected Activity Data with Direct Behavioural Observations in Red Deer *Cervus elaphus*. *Wildlife Biology* 15:425–434.
- LUSSEAU, D. 2004. The energetic cost of path sinuosity related to road density in the wolf community of Jasper National Park. *Ecology and Society* 9(2):r1.
- MAFFEI, L., E. CUÉLLAR AND A. J. NOSS. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservacion Ambiental*:55–65.
- MARQUES, S. R. AND T. S. SANTOS-JUNIOR. 2002. Mamíferos terrestres de médio e grande porte. Pp. 153–177 in *Monitoramento da fauna silvestre do APM Manso*. São Carlos: Furnas Centrais Elétricas (C. J. R. Alho, ed.).
- MARTINS, H., H. BARBOSA, M. HODGSON, R. BORRALHO AND F. REGO. 2003. Effect of vegetation type and environmental factors on European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* counts in a southern Portuguese montado. *Acta Theriologica* 48:385–398.
- MORALES, J. M. AND S. P. ELLNER. 2002. Scaling up animal movements in heterogeneous landscapes: The importance of behavior. *Ecology* 83:2240–2247.
- MORALES, J. M., D. T. HAYDON, J. FRAIR, K. E. HOLSINGER AND J. M. FRYXELL. 2004. Extracting more out of relocation data: building movement models as mixtures of random walks. *Ecology* 85:2436–2445.
- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R. 2009. *Ecologia e conservação de ungulados florestais em uma área do Pantanal*. Thesis, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brazil.
- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R., M. E. GRAIPEL, M. A. TORTATO, C. A. ZUCCO, N. C. CÁCERES AND F. V. B. GOULART. 2012. Abundance changes and activity flexibility of the oncilla, *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae), appear to reflect avoidance of conflict. *Zoologia (Curitiba)* 29:115–120.
- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R., L. C. P. MACHADO-FILHO, M. A. TORTATO AND L. BRUSIUS. 2010. Influence of extrinsic variables on activity and habitat selection of lowland tapirs (*Tapirus terrestris*) in the coastal sand plain shrub, southern Brazil. *Mammalian Biology* 75:219–226.

- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R. AND F. A. T. TIZIANEL. 2008. Influence of temperature on Greater Rhea *Rhea americana* activity in *restinga* habitat, southern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 16:29–31.
- PÉPIN, D., N. MORELLET AND M. GOULARD. 2009. Seasonal and daily walking activity patterns of free-ranging adult red deer (*Cervus elaphus*) at the individual level. *European Journal of Wildlife Research* 55:479–486.
- PINDER, L. 1997. Niche Overlap Among Brown Brocket Deer, Pampas Deer, and Cattle in the Pantanal of Brazil. Dissertation, University of Florida, USA.
- PINDER, L. AND F. LEEUWENBERG. 1997. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814). Pp. 59–77 in *Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama* (J. M. B. Duarte, ed.). FUNEP, Jaboticabal.
- PIOVEZAN, U., C. A. ZUCCO AND F. L. ROCHA. 2006. First report of darting to capture the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *Deer Specialist group Newsletter* 21:3–7.
- RATTER, J. A., A. POTT, V. POTT, C. N. CUNHA AND M. HARIDASAN. 1988. Observations on woddy vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. *Notes of the Royal Botanical Garden, Edinburgh* 45:503–526.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- RINALDI, A. R. 2014. Ecologia de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus, 1766) e região alterada pela formação de um reservatório hidrelétrico. Dissertation, Paraná Federal University, Curitiba, Brazil.
- RIVERO, C. K., D. L. RUMIZ AND A. B. TABER. 2005. Differential habitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama gouazoubira* and *Mazama americana*) in a seasonal Chiquitano forest of Bolívia. *Mammalia* 69:169–183.
- RODELA, L. G. 2006. Unidades de Vegetação e Pastagens Nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- RODELA, L. G., J. P. DE QUEIROZ NETO AND S. A. SANTOS. 2007. Classificação das pastagens nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, por meio de imagens de satélite. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*:4187–4194.
- RODRIGUES, F. H. G. AND E. L. A. MONTEIRO-FILHO. 2000. Home Range and Activity Patterns of Pampas Deer in Emas National Park, Brazil. *Journal of Mammalogy* 81:1136–1142.

- RODRIGUES, T. F. 2015. Ocupação de paisagem dentro e fora de Unidades de Conservação pelo veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira* Fischer, 1814) no nordeste paulista. Thesis, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil.
- RODRIGUES, T. F., J. F. CERVEIRA AND J. M. B. DUARTE. 2014. Uso de áreas agrícolas por *Mazama gouazoubira* (Mammalia, Cervidae) no Estado de São Paulo. Iheringia. Série Zoologia 104:439–445.
- SORIANO, B. M. A., H. DE OLIVEIRA, J. B. CATTO, J. A. C. FILHO, S. GALDINO AND S. M. DE SALIS. 1997. Plano de utilização da Fazenda Nhumirim. Séries - Embrapa Pantanal 21:72.
- TINGSTROM, H. 2009. Moonphase 3.3 SH. Hogsby, Sweden.
- TOBLER, M. W., S. E. CARRILLO-PERCASTEGUI AND G. POWELL. 2009. Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. Journal of Tropical Ecology 25:261.
- VOGLIOTTI, A. 2003. História Natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da Etnozoologia, Monitoramento Fotográfico e Rádio-Telemetria. Thesis, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.
- VOGLIOTTI, A. 2008. Partição de habitats entre os cervídeos do Parque Nacional do Iguaçu. Dissertation, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.
- WEBB, S. L., K. L. GEE, B. K. STRICKLAND, S. DEMARAIS AND R. W. DEYOUNG. 2010. Measuring Fine-Scale White-Tailed Deer Movements and Environmental Influences Using GPS Collars. International Journal of Ecology 2010:1–12.
- ZUCCO, C. A. 2014. Pampas Deer on the Move: Spatial Ecology and Activity of *Ozotoceros bezoarticus* in the Central Pantanal of Brazil. Dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.
- ZUUR, A. F., E. N. IENO, N. WALKER, A. A. SAVELIEV AND G. M. SMITH. 2009. Mixed Effects Models and Extension in Ecology with R. Pp. 1–580 in.

CONCLUSÕES GERAIS

De modo geral, o capítulo 1 mostrou que as áreas de vida de *M. gouazoubira* variam muito em tamanho entre os indivíduos e as armadilhas fotográficas subestimaram os valores dos colares GPS em 20%. O uso do hábitat através da distribuição de pontos dos colares GPS mostrou que a espécie utiliza ambientes abertos como Campo e Campo Cerrado com bastante intensidade e que as armadilhas fotográficas tendem a ser problemáticas neste tipo de estudo devido a sua instabilidade e diferença de monitoramento em ambientes distintos. Por fim, a frequência de registros fotográficos mostrou-se altamente correlacionada com o deslocamento efetuado pelos veados, apresentando-se um perfil bimodal de atividade com padrão crepuscular-diurno. Assim, o período de atividade foi semelhante pelas duas ferramentas. O capítulo 2 destacou que os movimentos “exploratórios” são desenvolvidos em ambientes mais abertos e em períodos crepusculares. A atividade medida por meio de acelerômetros é maior em períodos crepusculares e mostrou ser influenciada negativamente pela temperatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A captura de oito indivíduos de veado-catingueiro em 8 dias de esforço foi considerada um sucesso em virtude da falta de uma metodologia de captura para a espécie até então. As experiências prévias de captura nos anos anteriores no mesmo local de estudo permitiram aprimorar as técnicas para que oito indivíduos fossem capturados em oito dias de esforço. A rejeição do colar de uma fêmea (F3) foi um fato considerado normal e a soltura realizada após alguns minutos resguardou a sobrevivência do animal. Isso foi confirmado por meio da visualização de F3 no campo, identificada através do brinco durante a fase de monitoramento em campo dos outros animais. A morte do indivíduo M1 em abril de 2012 (Figura 1) sugere ser decorrência de predação, uma vez que no monitoramento do mês anterior não foi observado nenhuma anormalidade com o estado físico do animal. A ausência de sinal VHF no fim trabalho em dois colares, não permitiu obter os dados do indivíduo M3, sendo o outro colar recuperado no campo depois de uma intensa busca visual. Todos os sete indivíduos amostrados foram acompanhados durante toda a fase de coleta de dados. Neste período foi possível perceber que alguns animais mostraram-se menos evasivos com a presença dos pesquisadores, sendo possível observar ocasiões de comportamento de defecação e um filhote com a fêmea F2 (Figura 2).



Figura 1. Ossada com o brinco e colar do indivíduo M1, *Mazama gouazoubira*, encontrado morto em abril de 2012.

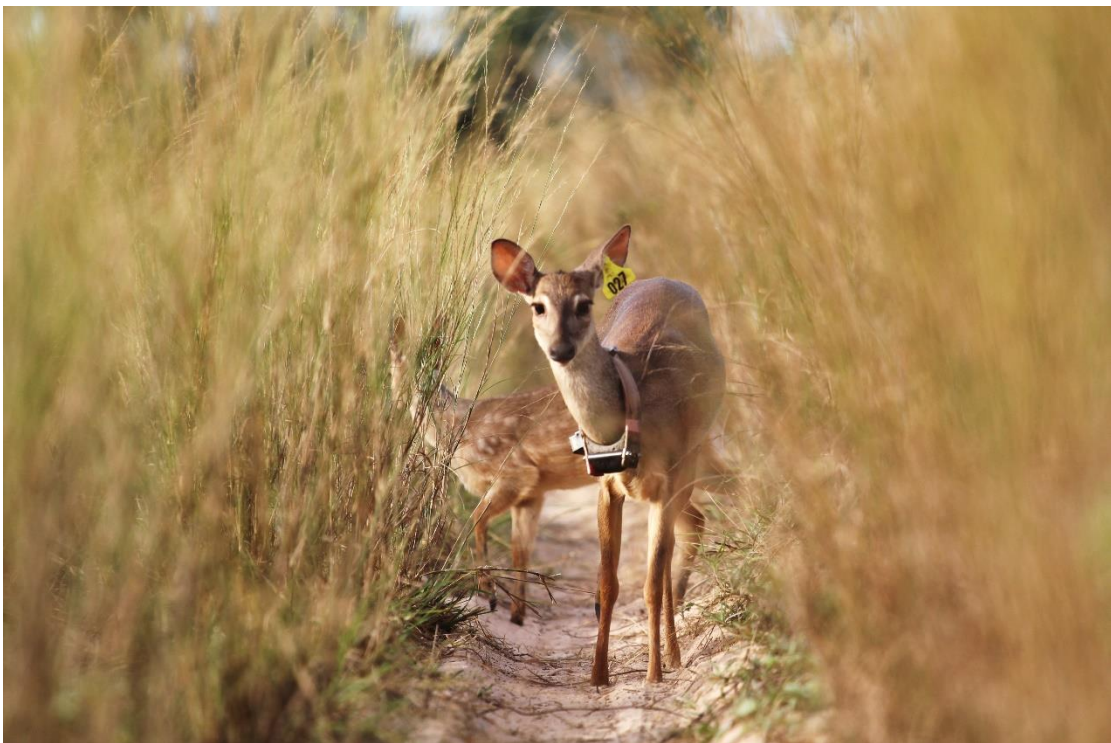


Figura 2. Fêmea de veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) no Pantanal com filhote.

Por fim, além de ser o estudo com maior número de indivíduos da espécie do gênero *Mazama* monitorados por colares GPS da literatura, este trabalho apresentou aspectos ecológicos inéditos para o gênero, como o padrão de movimentação e atividade medida por meio de acelerômetros. Até então, muitos dos aspectos ecológicos conhecidos do grupo vêm de informações coletadas por armadilhas fotográficas, cujas utilizações em alguns aspectos ecológicos foram abordadas neste trabalho. Sendo assim, o presente trabalho não só traz alguns resultados inéditos para uma espécie de um grupo com poucas informações em vida livre, mas também discute a aplicação das armadilhas fotográficas em pesquisas futuras com outras espécies de cervídeos florestais.